

REVERSE LINK POWER CONTROLLED REPEATER

Publication number: JP2006505146 (T)

Publication date: 2006-02-09

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- international: H04B1/00; H04B7/005; H04B7/15; H04B7/155; H04B7/26; H04J13/00; H04W52/08; H04W52/46; H04W52/14; H04B1/00; H04B7/005; H04B7/15; H04B7/155; H04B7/26; H04J13/00; H04W52/00

- European: H04B7/155B; H04W52/08; H04W52/46

Application number: JP20030546494T 20021120

Priority number(s): US20010331943P 20011120; WO2002US37408 20021120

Abstract not available for JP 2006505146 (T)

Abstract of corresponding document: WO 03044970 (A2)

The invention provides a mechanism for automatically setting reverse link gain or power for a repeater (120) used in a communication system (100) through the use of the reverse link power control of a built-in wireless communications device. By embedding a wireless communication device (430, 630, 700) inside the repeater and injecting reverse link signals of the embedded device into the reverse link of the repeater (124A, 124B), the gain of the repeater is maintained relatively constant. The embedded WCD can also be activated on a periodic basis to make calls and utilize reverse link power-control to calibrate or re-calibrate the gain of the repeater, making it a power-controlled repeater.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-505146

(P2006-505146A)

(43) 公表日 平成18年2月9日 (2006.2.9)

(51) Int. Cl.	F I		テーマコード (参考)
H04B 7/26 (2006.01)	H04B 7/26	A	5K022
H04B 7/15 (2006.01)	H04B 7/26	I02	5K067
H04J 13/00 (2006.01)	H04B 7/15	Z	5K072
	H04J 13/00	A	
審査請求 有 予備審査請求 有 (全 46 頁)			
<hr/>			
(21) 出願番号	特願2003-546494 (P2003-546494)	(71) 出願人	595020643
(86) (22) 出願日	平成14年11月20日 (2002.11.20)		クアラルコム・インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成16年6月17日 (2004.6.17)		QUALCOMM INCORPORAT
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/037408		ED
(87) 国際公開番号	W02003/044970		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開日	平成15年5月30日 (2003.5.30)		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(31) 優先権主張番号	60/331,943		ハウス・ドライブ 5775
(32) 優先日	平成13年11月20日 (2001.11.20)	(74) 代理人	100058479
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
			最終頁に続く

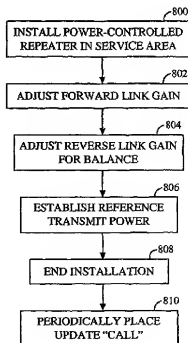
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 順方向リンク電力制御式リピータ

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】本発明は、内蔵型無線通信装置の逆方向リンク電力制御を利用して、通信システム (100) で用いられるリピータ (120) に対する逆方向リンク利得または電力を自動設定するメカニズムを提供する。リピータの内部に無線通信装置 (430、630、700) を組込み、この組込み装置の逆方向リンク信号をリピータ (124A、124B) の逆方向リンク内に送出することにより、リピータの利得は相対的に一定に維持される。また組込み装置 (430、630、700) は周期的に作動して、呼出しを発生し、逆方向リンク電力制御を利用して、リピータ利得を校正または再校正する。この結果、リピータは電力制御式リピータとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおいて 1 つまたは複数の基地局と通信するリピータの出力電力を制御する方法であって、

遠隔局に向けて送信されたドナー基地局通信信号の予め選択された部分を、前記リピータ内の組込み無線通信装置に結合すること、

前記基地局に転送される遠隔局通信信号と実質的に共用の逆方向リンク信号経路を用いて、前記予め選択された部分にตอบสนองして前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に逆通信リンクを確立すること、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力調整情報を受信して、前記リピータのリターンリンク利得を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成すること、
を備える方法。

【請求項 2】

前記リピータのリターンリンク利得の調整は、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力調整情報を受信すること、

前記無線通信装置の出力送信電力を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成すること、

前記電力制御信号に基づいて前記リピータのリターンリンク利得を調整すること、
を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの電力制御信号として、前記無線通信装置内で自動利得制御信号を生成することをさらに備える、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

遠隔局に転送される前記ドナー基地局からの通信信号を受信すること、

所定の信号経路を通して前記基地局に転送される、1 つまたは複数の遠隔局からの通信信号を受信すること、

順方向リンクを確立するために、前記無線通信装置内で前記予め選択された部分を処理すること、

前記無線通信装置内で、前記ドナー基地局に対する逆方向リンク信号を生成すること、
、

前記逆方向リンク通信信号を、カバーされた前記遠隔局から受信した前記信号と共に、前記無線通信装置から、遠隔局通信信号と共有の所定の逆方向リンクを通して前記ドナー基地局に転送すること、

前記無線通信装置に対して前記ドナー基地局から送信された通信信号を受信して、前記電力制御信号を生成すること、

前記リピータにより前記電力制御信号を検出すること、

前記検出した電力制御信号に基づいて前記リターンリンク利得を調整すること、
をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ドナー基地局から受信した通信信号を増幅すること、

増幅したドナー信号を少なくとも 1 つの遠隔局の送信すること、

1 つまたは複数の遠隔局から受信した通信信号を増幅すること、

前記基地局に増幅したカバー信号を送信すること、

デュプレクサを通して、増幅したカバーされた遠隔局通信信号および受信されたドナー基地局通信信号を転送すること、

デュプレクサを通して、増幅したドナー基地局通信信号および受信された遠隔局通信信号を転送すること、
をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

ドナー基地局通信信号の前記選択された部分を減衰後、選択された量だけ前記無線通信装置に転送することと、

前記無線通信装置により前記リターンリンク信号を減衰することと、

前記無線通信装置からの結果として得た減衰されリターンリンク信号を遠隔局通信信号と結合することと、

をさらに備える、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ドナー基地局から、第 1 周波数を有する信号を受信することと、

1 つまたは複数の遠隔局から、前記第 1 と異なる第 2 周波数を有する通信信号を受信することと、

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 周波数を用いて、前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に順方向リンクを確立することと、

前記第 2 周波数を用いて、前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に逆方向リンクを確立することと、

をさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 周波数に対する電力調整情報に基づき前記第 2 周波数に対するリピータ利得を調整することをさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 および第 2 周波数の両方に対する電力調整情報に基づき前記第 2 周波数に対するリピータ利得を調整することをさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

CDMA、WCDMA、TDMA、TD-SCDMA、および GSM の群から選択される標準を用いて前記通信信号を生成することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に通信リンクを周期的に確立することと、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力制御情報を受信することと、

前記リピータに対する利得設定点を校正することと、

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

無線通信システムにおいて 1 つまたは複数のドナー基地局と通信するリピータの出力電力を制御する装置であって、

遠隔局に向けて送信されたドナー基地局通信信号の予め選択された部分を、前記リピータ内の組み無線通信装置に結合する手段と、

遠隔局通信信号と実質的に共用の逆方向リンク信号経路を用いて、前記予め選択された部分にตอบสนองして前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に通信リンクを確立する手段と、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力調整情報を受信して、前記リピータのリターンリンク利得を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成する手段を備える、装置。

【請求項 14】

受信および調整のための前記手段は、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力調整情報を受信する手段と、

前記無線通信装置の出力送信電力を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成する手段と、

前記電力制御信号に基づいて前記リピータのリターンリンク利得を調整する手段と、を備える、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記少なくとも１つの電力制御信号として、前記無線通信装置内で自動利得制御信号を生成する手段をさらに備える、請求項１４に記載の装置。

【請求項１６】

遠隔局に転送される前記基地局からの通信信号を受信する手段と、
所定の信号経路を通して前記基地局に転送される、１つまたは複数の遠隔局からの通信信号を受信する手段と、

順方向リンクを確立するために、前記無線通信装置内で前記予め選択された部分进行处理する手段と、

前記無線通信装置内で、前記ドナー基地局に対する逆方向リンク信号を生成する手段と、

10

前記逆方向リンク通信信号を、カバーされた前記遠隔局から受信した前記信号と共に、前記無線通信装置から、前記所定の信号経路を通して前記ドナー基地局に転送する手段と、

前記無線通信装置に対して前記ドナー基地局から送信された通信信号を受信して、前記電力制御信号を生成する手段と、

前記リピータにより前記電力制御信号を検出する手段と、
前記検出した電力制御信号に基づいて前記リターンリンク利得を調整する手段と、
をさらに備える、請求項１３に記載の装置。

【請求項１７】

前記ドナー基地局から受信した通信信号を増幅する手段と、
増幅したドナー信号を少なくとも１つの遠隔局の送信する手段と、
１つまたは複数の遠隔局から受信した通信信号を増幅する手段と、
前記基地局に増幅したカバー信号を送信する手段とし、

20

デュプレクサを通して、増幅したカバーされた遠隔局通信信号および受信されたドナー基地局通信信号を転送する手段と、

デュプレクサを通して、増幅したドナー基地局通信信号および受信された遠隔局通信信号を転送する手段と、
をさらに備える、請求項１３に記載の装置。

【請求項１８】

ドナー基地局通信信号の前記選択された部分を減衰後、選択された量だけ前記無線通信装置に転送する手段と、

30

前記無線通信装置により前記リターンリンク信号を減衰する手段と、
前記無線通信装置からの結果として得た減衰されたリターンリンク信号を遠隔局通信信号と結合する手段と、
をさらに備える、請求項１４に記載の装置。

【請求項１９】

前記ドナー基地局から、第１周波数を有する信号を受信する手段と、
１つまたは複数の遠隔局から、前記第１と異なる第２周波数を有する通信信号を受信する手段と、
をさらに備える、請求項１３に記載の装置。

40

【請求項２０】

前記第１周波数を用いて、前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に順方向リンクを確立する手段と、

前記第２周波数を用いて、前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に逆方向リンクを確立する手段と、
をさらに備える、請求項１９に記載の方法。

【請求項２１】

前記第１周波数に対する電力調整情報に基づき前記第２周波数に対するリピータ利得を調整することをさらに備える、請求項１９に記載の方法。

【請求項２２】

50

前記第1および第2周波数の両方に対する電力調整情報に基づき前記第2周波数に対するリピータ利得を調整することをさらに備える、請求項19に記載の方法。

【請求項23】

増幅したドナー信号を少なくとも1つの遠隔局に送信し、増幅した遠隔局信号を前記第1周波数で前記基地局に送信する手段と、

逆方向リンク信号を前記無線通信装置から前記ドナー基地局に第2周波数で送信する手段と、
をさらに備える、請求項19に記載の装置。

【請求項24】

CDMA、WCDMA、TDMA、TDS-SSMA、およびGSMの群から選択される標準を用いて前記通信信号を生成する手段をさらに備える、請求項13に記載の方法。

【請求項25】

前記無線通信装置と前記ドナー基地局との間に通信リンクを周期的に確立し、前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力制御情報を受信して、前記リピータに対する利得設定点を校正する手段をさらに備える、請求項13に記載の装置。

【請求項26】

無線通信システム内で、基地局および1つまたは複数の遠隔局と通信するリピータと通信するドナー基地局の雑音を制御する方法であって、

遠隔局に向けて送信されるドナー基地局通信信号の予め選択された部分を、前記リピータ内の組込み無線通信装置に転送することと、

前記基地局に転送される遠隔局通信信号と共用のリターン信号経路を介して、リターン信号を送信することにより、前記予め選択された部分にตอบสนองして前記無線通信装置と前記ドナー基地局との通信リンクを確立することと、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力調整情報を受信して、前記無線通信装置の出力送信電力を調整するための少なくとも1つの電力制御信号を生成することと、

前記電力制御信号に基づいて前記リピータのリターンリンク利得を調整することと、
を備える方法。

【請求項27】

無線通信システム内で、基地局および1つまたは複数の遠隔局と通信するリピータと通信するドナー基地局の雑音を制御する装置であって、

遠隔局に向けて送信されるドナー基地局通信信号の予め選択された部分を、前記リピータ内の組込み無線通信装置に転送する手段と、

前記基地局に転送される遠隔局通信信号と共用のリターン信号経路を介して、リターン信号を送信することにより、前記予め選択された部分にตอบสนองして前記無線通信装置と前記ドナー基地局との通信リンクを確立する手段と、

前記ドナー基地局から前記無線通信装置に対する電力調整情報を受信して、前記無線通信装置の出力送信電力を調整するための少なくとも1つの電力制御信号を生成する手段と、

前記電力制御信号に基づいて前記リピータのリターンリンク利得を調整する手段と、
を備える装置。

【請求項28】

無線通信システム内で、1つまたは複数のドナー遠隔局および遠隔局と通信する電力制御式リピータであって、

前記ドナー基地局から受信した通信信号を処理して遠隔局に転送する第1回路と、

前記遠隔局から受信した通信信号を処理してドナー基地局に転送する第2回路と、

前記ドナー基地局から受信された通信信号の少なくとも1つの予め選択された部分を受信し、前記予め選択された部分にตอบสนองして、前記基地局に転送される遠隔局通信信号と共用のリターン信号経路を介する前記ドナー基地局との通信を確立するように前記第1および第2回路に接続された無線通信装置であって、さらに、確立された通信リンクの特性に

10

20

30

40

50

応じて発生する電力変化に基づいて前記リピータのリターンリンク利得を調整するように接続されている無線通信装置と、
を備える電力制御式リピータ。

【請求項 29】

前記第 1 および第 2 回路は、

ドナー信号を増幅して少なくとも 1 つの遠隔局に送信し、遠隔局信号を増幅して前記ドナー基地局に第 1 周波数で送信し、

逆方向リンク信号を増幅して、前記無線通信装置から前記ドナー基地局に第 2 周波数で送信するように構成されている、請求項 28 に記載のリピータ。

【請求項 30】

前記第 1 周波数に対する電力調整情報に基づき前記第 2 周波数に対するリピータ利得を調整する手段をさらに備える、請求項 29 に記載のリピータ。

【請求項 31】

前記第 1 および第 2 周波数の両方に対する電力調整情報に基づき前記第 2 周波数に対するリピータ利得を調整する手段をさらに備える、請求項 29 に記載のリピータ

【請求項 32】

増幅したドナー信号を少なくとも 1 つの遠隔局に送信し、増幅した遠隔局信号を前記第 1 周波数で前記基地局に送信する手段と、

逆方向リンク信号を前記無線通信装置から前記ドナー基地局に第 2 周波数で送信する手段と、をさらに備える、請求項 29 に記載のリピータ。

【請求項 33】

CDMA、WCDMA、TDMA、TDS-CDMA、および GSM の群から選択される標準を用いて通信信号を生成する手段をさらに備える、請求項 13 に記載のリピータ。

【請求項 34】

1 つまたは複数のリピータの存在により生成される基地局内の雑音を最小化すると同時に、基地局と通信する 2 つまたはそれ以上のリピータを使用する通信システムにおける信号バレージを提供する方法であって、

遠隔局に向けて送信されたドナー基地局通信信号の一部分を、第 1 リピータ内の第 1 組込み無線通信装置に結合することと、

前記第 1 リピータを通して第 2 リピータから前記基地局に転送される遠隔局通信信号と共用のリターン経路を用いて、前記一部分に応答して、第 1 リピータ内の第 1 無線通信装置と前記ドナー基地局との間に逆通信リンクを確立することと、

前記ドナー基地局から前記第 1 無線通信装置に対する電力調整情報を受信して、前記第 1 リピータ内の前記第 1 無線通信装置の出力送信電力を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成することと、

前記電力制御信号に基づいて前記第 1 リピータのリターンリンク利得を調整することと、を備える方法。

【請求項 35】

前記第 1 リピータにより増幅されて送信され、かつ遠隔局に向けて送信されるドナー基地局通信信号の第 2 部分を、第 2 リピータ内の第 2 組込み無線通信装置に転送することと、

前記第 2 リピータを通して第 3 リピータから前記基地局に転送される遠隔局通信信号と共用のリターン信号経路を介して、リターン信号を送信することにより、前記第 2 の予め選択された部分に応答して前記第 2 リピータ内の前記第 2 無線通信装置と前記第 1 リピータとの間の通信リンクを確立することと、

前記第 1 リピータから前記第 2 無線通信装置に対する電力調整情報を受信して、前記第 2 リピータ内の前記第 2 無線通信装置の出力送信電力を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成することと、

前記電力制御信号に基づいて前記第 2 リピータのリターンリンク利得を調整することと

10

20

30

40

50

、
をさらに備える、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記第 1 および第 2 リピータは、
ドナー信号を増幅して少なくとも 1 つの遠隔局に送信し、遠隔局信号を増幅して前記ドナー基地局に第 1 周波数で送信し、

逆方向リンク信号を増幅して、前記第 1 および第 2 無線通信装置から第 2 周波数で送信するように構成されている、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記追加のリピータは、
ドナー信号を増幅して少なくとも 1 つの遠隔局に送信し、遠隔局信号を増幅して前記ドナー基地局に 1 つの周波数で送信し、

逆方向リンク信号を増幅して、組込み無線通信装置から別の周波数で送信するように構成されている、請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 8】

通信信号を処理するための R F 回路と、
リピータ内に組み込まれ、前記 R F 回路に結合された電話と、
前記電話の閉ループ電力制御器機能を利用して前記リピータで使用される送信電力レベルを調整する手段と、を備え、

これにより、前記電話送信電力が閉ループ電力制御処理からのコマンドによって送信電力を修正するとき、利得変化および動作点を安定化する、リピータ。

【請求項 3 9】

前記リピータ処理される通信信号が、C D M A 方式のスペクトル拡散変調された通信信号である、請求項 3 8 に記載のリピータ。

【請求項 4 0】

受信チェーンに接続された出力と送信チェーンに接続された入力とを有する第 1 デュプレクサを備え、

前記受信チェーンは前記第 1 デュプレクサの出力に接続された入力と、1 つが 1 つまたは複数の増幅器の第 1 セットに直列に接続された、2 つの出力とを有するカプラを備え、
さらに、

前記第 1 増幅器に直列に接続された第 1 固定減衰器と、
前記第 1 増幅器からの出力を受け取るように接続された入力とを有する第 2 デュプレクサと、

2 つの入力および 1 つの出力を有し、この 1 つの入力が前記第 2 デュプレクサからの出力を受け取るように接続されている結合器と、

前記結合器の出力に直列に接続された 1 つまたは複数の増幅器と、

前記増幅器に直列に接続された第 2 固定減衰器と、

前記第 1 デュプレクサ入力に接続された出力および制御入力とを有する前記第 2 減衰器に、直列に接続されたデジタルステップ減衰器と、

前記カプラの出力に接続された受信入力と、前記結合器の第 2 入力に接続された送信出力と、アンテナ入力とを有するサーキュレータと、

前記サーキュレータ受信入力に直列に接続された第 3 固定減衰器と、

前記サーキュレータの前記送信出力と前記結合器の第 2 入力に直列に接続された第 4 固定減衰器と、

前記サーキュレータの前記アンテナ入力に接続されたアンテナ出力と、少なくとも 1 つの利得制御出力と、呼出し通知出力と、ピックアップ／ハンガアップ出力とを有するリピータ電話と、

減衰器および電力出力を制御するコマンドを発行するために、前記デジタルステップ減衰器制御入力に接続された出力と、それぞれが前記リピータ電話の対応する出力に接続された、少なくとも 1 つの利得制御入力と、呼出し通知入力と、ピックアップ／ハンガアップ

アップ入力とに接続されたマイクロコントローラと、
を備えるリピータ。

【請求項 41】

通信信号が CDMA、WCDMA、TDMA、TD-SCDMA、および GSM の群から選択される標準を用いて前記リピータにより処理される、請求項 40 に記載のリピータ。

【請求項 42】

1 つまたは複数のドナー基地局と、
1 つまたは複数の遠隔局と、
前記基地局および 1 つまたは複数の遠隔局と通信する電力制御式リピータとを備え、
このリピータは、
基地局通信信号の一部分を、前記リピータ内の組込み無線通信装置に結合する手段と、
遠隔局通信信号と共用のリターン信号経路を介するリターン信号を用いて、前記無線通信装置とドナー基地局との間の逆方向リンクを確立する手段と、
前記ドナー基地局から電力調整情報を受信して、出力送信電力を調整するための少なくとも 1 つの電力制御信号を生成する手段と、
を備える無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本発明は、係属中の、2001 年 11 月 20 日出願の米国仮特許出願第 60,331,943 号の利益を主張するものである。前記出願の全内容は参照によりここに組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

本発明は一般に、無線通信システムに関し、さらに詳細には、基地局と対話可能な組込み無線通信装置を有する無線通信システムにおいて使用するためのリピータに関するものであり、基地局はこのリピータと通信し、このリピータを通してリピータの利得および出力電力の制御に影響を与える。

【背景技術】

【0003】

無線通信システムは近年、大きく発展し、幅広く利用されている。現在では、携帯電話およびパーソナル移動通信サービス (Personal Communications Service; PCS) システムを含む、多くの異なる方式の無線通信システムが利用されている。公知のセルラーシステムの例には、セルラー AMPS (Analog Advanced Mobile Phone System) および符号分割多元接続 (CDMA)、時分割多元接続 (TDMA)、TDMA の GSM アクセス (Global System for Mobile) 変形型、ならびに TDMA および CDMA 方式の両方を利用する新しいハイブリッドデジタル通信システムが挙げられる。

【0004】

多重アクセス通信システムにおける CDMA 方式の利用は米国特許第 4,901,307 号の、発明の名称「サテライトまたは地上リピータを利用するスペクトル拡散多元接続通信システム (Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or terrestrial Repeaters)」、および米国特許第 5,103,459 号の、発明の名称「CDMA 携帯電話システムにおける信号波形を発生するためのシステムおよび方法 (System And Method For Generating Signal Waveforms In A CDMA Cellular Telephone System)」に記載されている。前記両方の特許は本発明の譲受人に譲渡され、参照によりここに組み込まれる。

【0005】

CDMA 移動体通信を実現する方法は米国において、米国電気通信工業会/電子機械工

10

20

30

40

50

業会により、T I A / E I A / I S - 9 5 - A の表題「デュアルモード広帯域スペクトル拡散セルラーシステムに対する移動局ベースの局の互換性標準 (Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System)」(本明細書では I S - 9 5 と称する) で標準化された。統合された A M P S および C D M A システムは T I A / E I A 規格 I S - 9 8 に記載されている。別の通信システムは I M U - 2 0 0 0 / U M または国際移動体電気通信システム 2 0 0 0 / ユニバーサル移動体電気通信システムに記載されており、これら規格は広帯域 C D M A (W C D M A)、c d m a 2 0 0 0 (例えば、C D M A 2 0 0 0 1 x または 3 x 標準) または T D - S C D M A と呼ばれているものを含んでいる。

【0006】

無線通信システムでは、移動局またはユーザ端末は、基地局近傍またはその周辺の特定の地理的エリア内で通信リンクまたはサービスをサポートする、固定された位置の基地局(セルサイトまたはセルと呼ばれる)からの信号を受信する。カバレッジ (coverage) を提供するのを支援するために、各セルは複数セクタに細分化されることが多く、このセクタは狭いサービスエリアまたは地理的エリアに対応する。相互に隣接して配置された基地局の配列または連続は、広いエリアに渡り、多数のシステムユーザへのサービスを可能にする通信システムを形成する。

【0007】

不利な点は、多くの無線通信システムの全体カバレッジエリアが実現しているほどの強度では、多くの移動局へのサービスまたはカバレッジを提供することが難しい点である。システム内の基地局の配備または位置決定はカバレッジエリアに「ギャップ」または「ホール」を残すことがある。すなわち、基地局の配置は、様々な公知のシステム設計基準、経済性、有利性、または局地的な区域指定制限により要求されるものであり、特定の基地局の信号カバレッジを、基地局のグループの近傍またはそれを囲む特定エリアにも到達させることができない。さらに、地質の形状または人工的構造物からの障害が、特定エリア内の信号を完全に阻止することがある。また基地局は、人口の少ないまたは地方エリアに設置するには費用が掛かりすぎると考えられ、完全にカバーされないエリアを残す可能性がある。当然、あらゆるカバーされないエリアまたは区域は通信システムオペレータまたはサービスプロバイダの収益の無いことを意味する。

【0008】

リピータは、電気通信事業者およびサービスプロバイダに対して、カバレッジエリア内のホールを埋めるか、またはカバレッジエリアを広げることができる経済的な方法を提供できる。例えば、費用の掛かる、複雑な基地局を設置する代わりに、リピータを利用して、既存の基地局の到達範囲を拡大できる。したがって、通信事業者は、特定のセクタのホールを埋めるか、カバレッジエリアを拡大できることにより、以前にはカバーできなかったエリアに通信可能になる。ホールを埋める用途の1つの評価は、そのエリアが一般に、多くはリピータとも通信するそのセクタを有するカバレッジで囲まれることである。セルまたはセクタのカバレッジエリアの拡大または移動は、セクタからのカバレッジエリアの位置または形状を効率的に移動する。この方式の用途の例は、ハイウェイカバレッジである。2つのセクタがある基地局近傍のハイウェイをカバーしていると仮定すると、リピータを利用することにより、その基地局位置から直接見えるかまたは基地局の信号の到達するエリアを超えるエリアまでのカバレッジを提供すると考えられる。特に、地方の場所についてはこれが当てはまる。

【0009】

リピータ方式の利用は、米国特許第6, 108, 364号の、発明の名称「C D M A システムに利用するための時分割2重リピータ (Time Division Duplex Repeater For Use in a CDMA System)」に記載されており、また市街地の通信の谷間における信号の多様性を得るためのリピータの利用は、米国特許第5, 991, 345号の、発明の名称「疑似マルチパス信号を用いる多様性強化の方法および装置 (Method and Apparatus for Diversity Enhancement Using Pseudo-Multipath Signals)」に記載されている。前記両方の

10

20

30

40

50

特許は、参照により本明細書に引用したものとす。

【0010】

しかし、リピータの利用は特定の状況では問題を発生することがある。以下に詳細を述べるように、リピータはノイズレス装置ではなく、通信リンクとして作用する基地局セクタに熱雑音を与え、この雑音が基地局の雑音下限に追加される。さらに、リピータの利用は環境要因により妨害され、その結果リピータ利得の変動、および基地局のリピータによる熱雑音寄与の変動が発生する。さらに詳細には、リピータにより与えられる利得は様々な要因、例えば、日々の温度変動(± 6 dB)、季節的溫度変動(通常 ± 3 dB)、春または夏の間の樹木の葉または葉の繁茂の変化により発生する減衰、または基地局-リピータ間の経路に建設された新しい障害物により影響される。

【0011】

前述の現象は、基地局における熱雑音の全体量の変動を引き起こし、基地局およびリピータのカバレッジエリアの両方のカバレッジおよびサービスに悪影響を与える。リピータ利得を一定に維持するのが望ましいことは明らかである。したがって、変化を検出および制限する能力を有し、リピータ利得を所定のレベルに復元することが望ましい。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

必要とされることは、リピータの出力電力を操作して、通信システムの望ましくない雑音を追加することなくカバレッジを拡大するような新しい装置または手法である。これは、最少の複雑性および最大の使用の容易性と共に達成されるべきである。本発明はこの要求を満たすものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、内蔵式無線通信装置(例えばCDMAまたはWCDMA標準プロトコルを使用するスペクトル拡散電話)の逆方向リンク電力制御を利用して、通信システムで用いられるリピータに対する逆方向リンク利得または電力を自動設定するメカニズムを提供する。リピータの内部に無線通信装置(WCD)を組み込み、この組み込みWCDの逆方向リンク信号をリピータの逆方向リンク内に送出することにより、リピータの利得は相対的に一定に維持される。また組み込みWCDは周期的に作動して、呼出しを発生し、逆方向リンク電力制御を利用して、リピータ利得を校正または再校正する。したがって、このリピータは電力制御式リピータとなる。

【0014】

本発明は、リピータ内で使用される増幅段または素子の利得を調整することにより、無線通信システムにおいて、1つまたは複数の基地局および遠隔局と通信するリピータに対して出力電力を制御することを実現できる。本発明はまた、リピータおよび1つまたは複数の遠隔局と通信するドナー(donor)基地局に対して混入される雑音を制御する、方法および装置に利用を実現できる。

【0015】

一実施形態では、この方法は、遠隔局に向けて送信されたドナー基地局通信信号の予め選択された部分を、リピータ内に組み込まれた無線通信システム装置に結合または転送すること、および、前記予め選択された部分の受信に応じて、無線通信装置とドナー基地局との間の通信リンクを確立することを備える。これはリターンリンク信号を、基地局に送信される遠隔局通信信号をほぼ同一範囲にリターン信号経路を介して転送し、その後、ドナー基地局から電力調整情報を受信し、少なくとも1つの電力制御信号を生成して、出力送信電力を調整することにより達成される。リピータのリターンリンク利得は電力制御信号に応じて調整される。

【0016】

別の態様では、遠隔局に送信される通信信号はドナー基地局から受信され、一方、1つまたは複数の遠隔局から受信された通信信号は所定の信号経路を介して基地局に転送され

る。一般に、通信信号はCDMA、WCDMA、TDMA、TD-SCDMA、およびGSM（GPRSおよびEDGEを含む）方式の通信信号の群から選択される。予め選択された信号部分（ドナー基地局に転送するための逆方向リンク通信信号を生成することを含む）は無線通信装置で処理され、順方向通信リンクを確立する。逆方向リンク信号は、遠隔局から受信される信号と共に、所定の信号経路を介してドナー基地局に転送される。無線通信装置に向けて送信されたドナー基地局からの通信信号が受信され、自動利得制御信号またはコマンドなどの電力制御信号が、この受信信号内の情報に応じて生成される。リピータはこの電力制御信号またはコマンドに基づいてリターンリンク利得を調整する。

【0017】

本発明の別の態様は、第1デュプレクサを通して増幅した遠隔局通信信号と受信したドナー基地局通信信号とを転送し、ドナー基地局通信信号の予め選択された部分（実施形態によっては、予め選択された量まで信号を減衰することを含む場合もある）を無線通信装置に電力接続し、第2デュプレクサを通して増幅したドナー基地局通信信号と受信した遠隔局通信信号とを転送することを備える。無線通信装置によるリターンリンク信号出力は、遠隔局通信信号と結合されるか、実施形態によっては、結合される前に減衰されること

10

【0018】

この方法はさらに、無線通信装置とドナー基地局の間に通信リンクを周期的に確立し、通信リンク継続時間中に決定される信号電力に関係する情報に基づいて、少なくとも1つの電力制御信号を生成することを備えることができる。この形態は特に、最初にリピータを設定するときに有効である。この理由は、リピータは基地局に対し効果的に「呼出し」して、手動操作せずに適正な電力レベルを確立できるからである。

20

【0019】

無線通信システムにおいて、1つまたは複数のドナー基地局および遠隔局によりリピータ通信の出力電力を制御する装置は、遠隔局に向けて送信されたドナー基地局通信信号の予め選択された部分を、リピータ内に組込まれた無線通信システム装置に結合または転送する手段と、基地局に送信される遠隔局通信信号と共有するリターン信号経路を介してリターン信号を転送することにより、前記予め選択された部分にตอบสนองして無線通信装置とドナー基地局との間の通信リンクを確立する手段とを備える。さらにまた、ドナー基地局から電力調整情報を受信し、少なくとも1つの電力制御信号を生成して、出力送信電力を調整する手段と、この電力制御信号に基づいてリピータのリターンリンク利得は調整する手段とを備える。

30

【0020】

この装置はさらに、ドナー基地局および遠隔局からの様々な通信信号を受信する手段と、これら信号を増幅および再転送する手段とを備える。これら信号はデュプレクサを通して増幅段に転送される。これら手段は、予め選択された部分を処理して順方向通信リンクを確立し、無線通信装置内に逆方向リンク通信信号を生成するために提供される。装置は、基地局への共有信号経路を介して、カバーされた遠隔局から受信される信号と共に、無線通信装置からの逆方向リンク通信信号を転送する。さらに、これら手段は、無線通信装置に向けて送信された基地局から通信信号を受信し、電力制御信号を生成するために提供される。電力制御信号はリピータ内の検出手段を用いて検出でき、次に、検出された電力制御信号に基づいて、利得調整手段を用いてリターンリンク利得を調整できる。

40

【0021】

無線通信装置へ入力される、または無線通信装置から出力される信号は、無線通信装置に転送、または無線通信装置から転送する前に、必要に応じて、1つまたは複数の手段で処理して減衰させることができる。無線通信装置からの結果として得られた減衰リターンリンク信号出力は、遠隔局通信信号と結合される。無線通信装置との間で送受信する前の減衰は、一般に、標準製品の無線通信装置を利用する場合だけに必要である。この用途に対して特注の装置を設計した場合、減衰を避けることができる。

【0022】

50

この装置はさらに、無線通信装置とドナー基地局の間に通信リンクを周期的に確立する手段を備えることにより、通信リンク継続時間中に決定される信号電力に関係する情報に基づいて、少なくとも１つの電力制御信号を生成する。

【００２３】

いくつかの実施形態においては、ドナー基地局からの通信信号は第１周波数を有し、１つまたは複数の遠隔局からの通信信号はこの第１と異なる第２周波数を有する。

【００２４】

さらに別の実施形態では、複数のリピータを使用して、１つが基地局との直接通信をし、その他が一連の遠隔局としての第１か、または順次に、１つから別の１つ、その後第１リピータに通信する。

【００２５】

本発明の特徴、目的、および利点は、添付図面に示す以下の詳細な説明で明らかになるであろう。図面では、同一参照符号は異なる図面においても同一部品または機能的に類似の素子を指す。さらに、参照符号の一番左の数字は、添付図面においてその参照符号が最初に現れた図を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２６】

１．はじめに

本発明は、リピータ内に無線通信装置を組み込むことにより、無線通信システムで使用されるリピータの利得および送信電力を制御する方法および装置である。無線通信装置は、この装置がリピータのリターンリンク通信信号と共通に保有される通信リンクを介して通信する、基地局により電力制御または調整される。無線装置で生成される１つまたは複数の信号またはコマンドはリピータと対話して、リピータの利得を調整し、これにより電力を制御する。当業者には明らかのように、本発明の概念は、電力制御を利用して、信号の妨害または劣化を低減させることを望む、多くの方式の通信システムに適用可能である。

【００２７】

以下に本発明の実施形態を詳細に述べる。特定の工程、構成および配置を説明するが、これは単に説明目的に示すだけと理解されたい。なお、当業者には、本発明はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、および／または図に示した構成素子の多くの異なる実施形態で実施できるものであり、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、他の工程、構成および配置を用いることができることは理解されるであろう。

【００２８】

本発明の実施形態を説明する前に、それらを有効に実施できる環境例を説明するのが有用である。本発明は特に、移動体通信システム環境において有効である。図１はこのような環境を示す。

【００２９】

１．典型的な作動環境

図１は携帯電話システムなどの典型的な無線通信システム１００の図である。無線通信システム（ＷＣＳ）１００は、基地局コントローラ（ＢＳＣ）と称されることもある１つまたは複数の制御局１０２と、基地局トランシーバシステム（ＢＴＳ）と称されることもある複数の基地局１０４Ａ、１０４Ｂ、および１０４Ｃを利用する。基地局１０４Ａ～１０４Ｃは、基地局１０４Ａ～１０４Ｃのそれぞれのサービスエリア１０８Ａから１０８Ｃ内にある、遠隔局または無線通信装置（ＷＣＤ）１０６Ａ～１０６Ｃとそれぞれ通信する。すなわち、この場合は、基地局１０４Ａはサービスエリア１０８Ａ内の遠隔局１０６Ａと通信し、また基地局１０４Ｂはサービスエリア１０８Ｂ内の遠隔局１０６Ｂと、基地局１０４Ｃはサービスエリア１０８Ｃ内の遠隔局１０６Ｃと通信する。

【００３０】

基地局は無線信号の形の情報を順方向リンクまたは順方向リンク通信チャネルを介してユーザ端末に送信し、遠隔局は逆方向リンクまたは逆方向リンク通信チャネルを介して情

報を送信する。図1は3つの基地局104A~104Cを示すが、別の数のこれらの構成要素を使用して、所望の通信能力および地理的範囲を達成できることは明らかである。固定された基地局を示しているが、用途によっては、移動式基地局も使用でき、あるいは必要に応じて、列車、船、またはトラックなどの移動プラットフォーム上に配置される局も利用できる。

【0031】

制御局102は別の制御局102、通信システム100の中央システム制御局（図示せず）、または公衆交換電話網（PSTN）またはインターネットなどの別の接続された通信システムに接続できる。したがって、遠隔局106におけるシステムユーザは、無線システム100を利用する別の通信ポータルへのアクセスを提供される。

【0032】

基地局104A~104Cは、複数のPCS/セルラー通信セルサイトを含む、地上方式の通信システムおよびネットワークの一部を形成できる。これら基地局はCDMAまたはTDMA（またはハイブリッドCDMA/TDMA）デジタル通信システムと接続して、CDMAまたはTDMA方式信号を遠隔局との間で送受信できる。信号は、WCDMA、CDMA2000またはTD-SCDMA方式信号を用いて、IMT-2000/UTM標準に準拠してフォーマットできる。一方、基地局104はアナログ方式の通信システム（AMPSなど）と接続して、アナログ方式の通信信号を転送できる。

【0033】

遠隔局106A~106Cのそれぞれは、例えば（ただしこれに限定されない）携帯電話、無線ハンドセット、データトランシーバ、あるいはページングまたは位置決定受信機などの、装置または無線通信装置（WCD）を有するかまたは含む。さらに、このような遠隔局は、必要に応じてハンドヘルド式、車両（車、トラック、ボート、列車、および飛行機）に搭載される移動式、または固定式が可能である。例えば、図1は遠隔局106Aを、移動車両搭載電話またはWCDとして示し、また遠隔局106Bはハンドヘルド装置、遠隔局106Cは固定装置として示している。

【0034】

さらに、本発明の教示は、1つまたは複数のデータモジュールまたはモデムなどの無線装置に適用して、データおよび/または音声トラヒックを転送するのに利用でき、および、ケーブルあるいは他の公知の無線リンクまたは接続を利用して他の装置と通信し、情報、コマンド、またはオーディオ信号を送信できる。さらに、コマンドを用いて、モデムまたはモジュールを所定の連係したまたは関連付けた方法で動作させて、複数の通信チャネルを介して情報を送信できる。無線通信装置の遠隔局は、選択により、ユーザ端末、移動局、移動体ユニット、加入者ユニット、移動体ラジオまたはラジオ電話、無線ユニット、または単に「ユーザ」、「電話」、「端末」、または「移動体」と称されることもある。

【0035】

本発明の環境例では、遠隔局106A~106Cおよび基地局104A~104Cは、CDMA通信方式を用いて、WCS100において他の構成要素と共に無線通信に従事している。したがって、順方向リンク（遠隔局に向かう方向）および逆方向リンク（遠隔局から出る方向）を介して転送される信号は、CDMA転送標準に準拠して符号化され、拡散され、チャンネル化される信号を伝送する。順方向CDMAリンクはパイロットチャネルまたは信号、同期化（sync）チャネル、いくつかのページングチャネル、および多数のトラヒックチャネルを含む。逆方向リンクはアクセスチャネルおよび多数のトラヒックチャネルを含む。パイロット信号を利用して、CDMA準拠の基地局の存在を移動局に知らせる。信号は所定の継続時間、例えば20ミリ秒を有するデータフレームを使用する。ただし、これは説明の便宜上のことであり、本発明は、通信システムまたはネットワークが電力制御コマンドを遠隔局に送信する限りは、時分割多元接続（TDMA）、周波数分割多元接続（FDMA）、あるいは前述のような他の波形または方式などの、他の通信方式を利用するシステムにおいても利用できる。

【0036】

10

20

30

40

50

いずれにせよ、無線信号を雑音および妨害に打ち勝つだけの電力レベルで送信し、情報の転送が特定の誤り率以内で発生するようにする必要がある。ただし、これら信号を過大な電力レベルで送信して、他の遠隔局を含む通信を妨害してはならない。この問題点に対応して、基地局および遠隔局は動的順方向リンク電力制御方式を利用して、適正な順方向リンク送信電力レベルを設定できる。

【0037】

従来の順方向リンク電力制御方式は閉ループ方法を含み、この方法では、ユーザ端末が基地局に、アップ/ダウンコマンドと呼ばれる特定の順方向リンク送信電力調整条件を指定するフィードバックを提供する。この理由は、これらコマンドが電力の増加または減少を指定するからである。例えば、このような方法の1つは、受信した順方向リンクトラヒック信号の信号対雑音比(SNR)またはビット誤り率を測定し、その結果に基づいて、遠隔局に送られるトラヒック信号の送信電力を増加または減少させるように基地局に要求する、ユーザ端末を備えることである。アップ/ダウンコマンドを送信することに加えて、様々な電力および雑音測定結果を含む別の種類の情報を定期的に基地局に送信して、基地局間の「ハンドオフ」などの動作をサポートできる。

【0038】

一般に、基地局104A~104Cは、WCS100の順方向リンクを介して送信する信号の電力を調整する。この電力(本明細書では順方向リンク送信電力と称する)は、遠隔局106A~106Cからの要求、情報、または遠隔局のパラメータに応じて、および時間に応じて変化する。この時間変化特性はフレーム毎に使用できる。このような電力調整を実行して、順方向リンクBERまたはSNRを特定の要求条件内に維持し、妨害を低減し、送信電力を維持する。

【0039】

一般に、遠隔局106A~106Cもまた、制御局102または基地局104A~104Cの制御を受けて、WCS100の逆方向リンクを介して送信する信号の電力を調整する。この電力(本明細書では逆方向リンク送信電力と称する)は、BTSからの要求またはコマンド、受信信号の強度または特性、または遠隔局動作のためのパラメータに応じて、および時間に応じて変化する。この時間変化特性はフレーム毎に使用できる。このような電力調整を実行して、逆方向リンクビット誤り率(BER)を特定の要求条件内に維持し、妨害を低減し、送信電力を維持する。

【0040】

このような通信システムにおける電力制御を実行する方法の例は、米国特許第5,383,219号の、発明の名称「符号分割多元接続システムにおける高速順方向リンク電力制御(Fast Forward Link Power Control In A Code Division Multiple Access System)」、第5,396,516号の、発明の名称「送信電力制御システムにおける制御パラメータの動的変更のための方法およびシステム(Method And System For The Dynamic Modification Of Control Parameters In A Transmitter Power Control System)」、および第5,056,109号の、発明の名称「CDMA携帯携帯電話システムにおける送信電力を制御する方法および装置(Method And Apparatus For Controlling Transmission Power In A CDMA Cellular Mobile Telephone System)」に記載されている。前記特許の内容は参照によりここに組み込まれる。

【0041】

111. サービスエリア

前述のように、各基地局はサービスエリア108(108A~108C)を有し、このエリアは一般に、遠隔局106が有効に基地局を通信できる点の軌跡の地理的範囲として示される。例として、遠隔局106が1つのサービスエリア108内にある場合、メッセージは、順方向リンク110(110A~110C)を利用して制御局102から基地局104(104A~104C)に送信され、また順方向リンク112(112A~112C)を利用して基地局104から遠隔局106に送信される。メッセージは、リターンリンク114(114A~114C)を介して遠隔局106から基地局104に送信される

10

20

30

40

50

。これらメッセージはリターンリンク 116 (116A~116C) を利用して制御局 102 に送信される。

【0042】

基地局 104 と制御局 102 間の通信の一部またはすべては、必要に応じて、マイクロウェーブ、ラジオ、または衛星方式リンクなどの他の無線、あるいは専用有線サービス、光または電気ケーブル等（ただし、これに限定されない）のような非無線転送方式を介して伝送できる。また、順方向リンク 110 および 112 を利用して送信されるメッセージは一般に、逆方向リンク 114 および 116 を介して送信されるメッセージと異なる周波数帯域または変調方式で変調される。別個の順方向および逆方向リンクを利用することにより、制御局 102 と遠隔局 106 の間の全 2 重通信が可能になる。T-D-SCDMA システムは時間分割 2 重化を利用して順方向および逆方向リンクを達成することにより、電力制御式リピータは時分割 2 重化または周波数分割 2 重化を実施できる。

【0043】

図 1 では、基地局のサービスエリアは一般に、便宜上、円形または楕円形で示す。実際の用途では、区域の地形、障害物（ビル、丘など）、信号強度、および他の供給源からの妨害が、所定の基地局によりサービスされる区域の形状を決定する。一般に、複数のカバレッジエリア 108 (108A~108C) がわずかに重なり、大きいエリアまたは区域に渡り連続したカバレッジまたは通信を実現する。すなわち、有効な携帯電話またはデータサービスを提供するために、縁端部では電力が減少するが、多くの基地局は重なったサービスエリアを利用する。

【0044】

図 1 に示す通信システムのカバレッジの 1 つの態様は、カバールされない区域 130（ホールと呼ばれることが多い）、または単に WCS 100 の通常カバレッジエリアの外側であるカバールされない区域 132 が存在する。カバレッジ内に「ホール」が存在する場合、基地局（ここでは基地局 104A~104C）によりサービスできるカバールエリアの周囲または少なくとも近傍のエリアが存在する。ただし、前述のように、区域 130 または 132 内でカバレッジが無効となる様々な理由が存在する。

【0045】

例えば、基地局 104A~104C の最も低コストの配置は、基地局の信号が区域 130 または 132 に確実に到達するかまたはカバールすることができない場所、基地局を置くことである。また別に、山または丘 134 のような地形形状、高いビルまたは市街地中心地帯に形成される市街地の通信の谷間のような人工構造物 136、あるいは高い木、森等の植物 138 が、それぞれ、信号を一部または完全に阻止する。これら影響のいくつかは、一時的であり、または時間経過により変化し、システム設置、計画、および使用を一層複雑にする可能性がある。

【0046】

単に基地局 104 を増設して携帯電話ネットワーク 100 のカバレッジを拡大し、追加の地理的領域をカバールすることは可能であるが、これは時には極めて困難であり、不経済なことである。基地局が相対的に複雑で高コストまたは設置が難しいだけでなく、カバールする必要がある領域が特有のマルチパスまたはフェージング特性を有する不規則な形状になり、基地局の利用を困難にさせる可能性がある。このエリアはまた、利用頻度の少ないかまたはほとんど利用されない、低い通信トラフィック密度エリアとなる可能性がある。

【0047】

多くの場合、例えば、カバールすべき通信エリアは、リピータ 120（基地局ではない）に利用に見合うだけの、十分なトラフィックを有する。複数のリピータを利用して、特有な形状の領域をカバールするか、または遮断領域を囲むことも有効である。この場合、1 つまたは複数のリピータ 120 (120A, 120B) が遠隔局 106 (106D) および基地局 104 (104A) の両方からの送信を受け取り、両者間の仲介機能を果たし、基本的には「ベントパイプ (bent pipe)」通信経路として作用する。リピータ 120 を利用することにより、基地局 104 の有効範囲が拡大され、広がったサービスエリ

10

20

30

40

50

ア 1 3 2 をカバーする。

【0048】

リピータ 1 2 0 の利用は、基地局の範囲またはカバレッジを拡大するための 1 つの有効なコスト低減方法であるが、いくつかの欠点も有する。判明している 1 つの大きい欠点は、リピータをサービスまたは利用する基地局における雑音の増加である。

【0049】

I V. リピータの概要

図 2 はリピータ 2 0 0 の単純化したブロック図である。多くの一般的な市販リピータは、帯域放射からの雑音を抑制し、利得を調整するための追加フィルタおよび制御素子を含む、追加の構成部品を有することが多い。リピータ 2 0 0 は信号を受信するためのドナ

10

【0050】

2 つのデュプレクサ (2 0 4、2 0 8) を用いて、順方向リンクおよび逆方向リンク信号 (周波数) に分割または分離して、2 つの間の必要な分離を提供し、それら信号がリピータ 2 0 0 の他の処理チェーンに侵入しないようにする。すなわち、送信が受信機その他に混入して、性能が劣化するのを防止する。受信機または受信機デュプレクサ (2 0 4) はドナ

20

【0051】

前に述べたような携帯電話または無線通信システムにおいて利用される実施形態に対して、デュプレクサを選択して 8 0 0 M H z 帯域と呼ばれるシステムを動作する。一般に、これは約 8 8 2 . 7 5 M H z の順方向リンク周波数と約 8 3 7 . 7 5 M H z の逆方向リンク周波数を用いることを意味する。ただし、これら周波数は、前述のように、リピータを利用する特定のシステムに依存し、デュプレクサは公知の方法に従って選択される。例えば、P C S システムは約 1 9 0 0 M H z で動作するが、一般的な G S M は約 1 8 0 0 M H z、U M T S は約 2 1 0 0 M H z で動作する。

30

【0052】

2 つの周波数間に実現される分離は一般に、1 0 0 d B であり、リピータ安定性を維持するのに十分である。各リンクの帯域幅は一般に 5 M H z のオーダーである。F M、G S M、および他の C D M A 搬送波からの信号による妨害の可能性を排除するには、狭い帯域幅が望ましい。ただし、狭い帯域幅を得るには、一般には S A W フィルタが必要となるが、これは望ましいものでなく、必要に応じて、多くの実施形態では避けることができる。

40

【0053】

基本的なリピータは、バントパイプとして作用し、信号を送受信するが、前述のような、リピータの、本明細書では B T S における「プッシュ (push)」と呼ばれる熱雑音寄与に関連する問題点が判明しており、リピータ利得の変動がどのようにプッシュに悪影響を与えるかである。B T S における熱雑音の変動量は望ましくなく、本発明の実施形態はリピータにおける新しい方式の逆方向リンク電力制御を可能にして、B T S におけるほぼ一定のリピータ熱雑音プッシュを維持する。

【0054】

V. リピータ逆方向リンク分析

無負荷状態におけるリピータおよび B T S の実効雑音係数を用いて、リピータ熱雑音プ

50

ッシュ関係を導くことができる。定量化されたリピータ熱雑音プッシュを用いて、BTSにおいて一定のリピータ熱雑音プッシュを維持するための関係を確立できる。この分析を達成するために、図3に示すWCSモデル300を用いて開始できる。図は、モデル化された通信システム300において、基地局304およびリピータ320をそれぞれ介して通信する2つの遠隔局または移動局306Aおよび306Bを示す。すなわち、WCS内で実行される動作の機能およびパラメータベースの複製である。表1はこのモデルで用いられるいくつかのパラメータを示す。

【表 1】

表 I

パラメータ	定義
	一般
T_{OI}	290° K に等しい基準温度
K	ボルツマン定数または 1.38×10^{-23} ジュール/ケルビン
W	信号の帯域幅。この例では、 $W = 1.228$ MHz
	リピータ
T_{aR}	リピータカバレッジアンテナのアンテナ温度
S_c	リピータカバレッジアンテナコネクタの信号電力
N_c	リピータカバレッジ/サーバアンテナコネクタの雑音電力密度
G_R	リピータの利得
N_R	リピータ追加雑音電力密度、 $N_R = kT_{eR}G_R$
F_R	リピータ雑音係数、 $F_R = 1 + T_{eR}/T_O$
T_{eR}	リピータ実効雑音温度、 $T_{eR} = (F_R - 1)T_O$
G_d	リピータドナーアンテナに利得
	BTS とリピータ間の経路損失
L_p	リピータドナーアンテナと BTS アンテナ間の経路損失
	基地局
G_a	BTS アンテナ利得
T_{aB}	BTS アンテナ温度
S_a	BTS アンテナコネクタ信号電力
N_a	BTS アンテナコネクタ雑音電力密度
G_B	BTS 利得
S_O	BTS 出力信号電力
N_O	BTS 出力の雑音電力密度
N_B	BTS の追加雑音電力密度、 $N_B = kT_{eB}G_B$
F_B	基地局の雑音係数、 $F_B = 1 + T_{eB}/T_O$
T_{eB}	BTS の実効雑音温度、 $T_{eB} = (F_B - 1)T_O$
G_T	BTS-リピータリンク利得、 $G_T = G_R G_d L_p G_a$ (追加される可能性のあるケーブル損失は無視できることを仮定)

【0055】

1. リピータの実効雑音係数

最初に、無負荷におけるリピータの実効雑音係数 $E F_R$ を決定することは有用である。図 3 のシステムモデルを参照すると、リピータドナーアンテナから発生する雑音密度は以下の式で与えられる。

【数 1】

$$N_{\text{repeater}} = k(T_{aR} + T_{eR})G_R G_d, \quad (1)$$

【0056】

さらに、BTS の出力におけるリピータからの熱雑音寄与は以下になる。

【数 2】

$$N_{\text{repeater}}^{\text{BTS}} = N_{\text{repeater}} L_p G_a G_B. \quad (2)$$

10

【0057】

基地局カバレッジエリアにリピータが存在しないとき、BTS 出力における基準熱雑音密度は以下の式になる。

【数 3】

$$N_O^{\text{nom}} = k(T_{aB} + T_{eB})G_B. \quad (3)$$

【0058】

BTS カバレッジエリアにリピータを追加すると、BTS 出力における全体熱雑音密度は、リピータ（式 2）および基準例（nominal case）（式 3）からの寄与の和としてモデル化できる。したがって、以下の式を得る。

20

【数 4】

$$N_O = N_{\text{repeater}}^{\text{BTS}} + N_O^{\text{nom}} \quad (4)$$

【0059】

したがって、

【数 5】

30

$$\begin{aligned} N_O &= N_{\text{repeater}} L_p G_a G_B + k(T_{eB} + T_{aB})G_B \\ &= k(T_{aR} + T_{eR})G_R G_d L_p G_a G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B, \\ &= k(T_{aR} + T_{eR})G_T G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B. \end{aligned} \quad (5)$$

【0060】

この関係から、BTS 出力の全体熱雑音密度は基準例のときの逆になり、リピータと BTS 間の経路損失 L_p は増加し、 G_T はゼロに近づき、リピータ信号は BTS から完全に遮断されるか、またはリピータがオフになる。

40

【0061】

BTS 出力の全体熱雑音密度のこのモデルから、リピータの実効雑音係数 EF_R は、リピータカバレッジアンテナコネクタにおける信号対雑音比を、基地局出力における信号対雑音で割った値として定義される。

【数 6】

$$EF_R = \frac{S_c / N_e W}{S_o / N_o W} = \frac{S_c}{S_o} \frac{N_o}{N_e}, \quad (6)$$

50

【 0 0 6 2 】

したがって、

【 数 7 】

$$EF_R = \frac{k(T_{ar} + T_{er})G_T G_B + k(T_{ar} + T_{er})G_B}{kT_{ar}G_T G_B}. \quad (7)$$

【 0 0 6 3 】

T_{aB} が T₀ に等しい場合、リピータの実効雑音係数の式は以下になる。

【 数 8 】

$$EF_R = \frac{k(T_o + T_{er})G_T G_B + k(T_o + T_{er})G_B}{kT_o G_T G_B}, \quad (8)$$

【 数 9 】

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{G_T} \quad (9)$$

【 0 0 6 4 】

B T S アンテナの存在により、式 8 は従来の雑音の多い利得阻止の設定の式と異なる。この理由は、B T S アンテナおよびリピータからの雑音の寄与が B T S 入力に存在するからである。B T S アンテナの存在しない場合には、リピータの実効雑音係数は以下のようになる。

【 数 1 0 】

$$EF_R = F_R + \frac{F_B - 1}{G_T}. \quad (10)$$

【 0 0 6 5 】

式 8 の分子と分母に B T S の基準熱雑音密度を乗算すると、式を変形して以下の式が得られる。

【 数 1 1 】

$$EF_R = \frac{k(T_o + T_{er})G_T G_B + k(T_o + T_{er})G_B}{k(T_o + T_{er})G_B} \frac{k(T_o + T_{er})G_B}{kT_o G_B} \frac{1}{G_T}. \quad (11)$$

【 0 0 6 6 】

式 1 1 の第 1 項は B T S における基準熱雑音密度上にリピータにより発生するプッシュであり、第 2 項は B T S の基準雑音係数である。したがって、P_{thermal} を B T S

【 数 1 2 】

$$P_{thermal} = \frac{k(T_o + T_{er})G_T G_B + k(T_o + T_{er})G_B}{k(T_o + T_{er})G_B}, \quad (12)$$

10

20

30

40

【数 13】

$$EF_R = P_{thermal} \frac{F_B}{G_T}. \quad (13)$$

【0067】

2. B T S の実効雑音係数

無負荷状態における B T S の実行雑音係数 EF_B の計算では、リピータからの熱雑音寄与は B T S 出力における別の追加雑音発生源としてモデル化される。したがって、B T S の実効雑音係数に式は以下になる。

10

【数 14】

$$EF_B = \frac{k(T_{aR} + T_{eR})G_T G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B}{kT_{aB}G_B} \quad (14)$$

【0068】

$T_{aR} = T_{aB} = T_o = 290^\circ \text{ K}$ を代入すると、以下になる。

【数 15】

$$EF_B = F_R G_T + F_B. \quad (15)$$

20

【0069】

さらに、リピータの実効雑音係数および B T S の実効雑音係数は、B T S - リピータリンク利得により関連付けされる。

【数 16】

$$EF_B = EF_R G_T \quad (16)$$

【0070】

30

ここで、B T S の実効雑音指数とリピータの実効雑音指数の間の差の dB は、B T S - リピータリンク利得 G_T に等しい。前述の関係を検討すると、 G_T が増加するとき、リピータの実効雑音係数はリピータの基準雑音係数に近づくことを示す。一方、 G_T が減少するとき、B T S の実効雑音係数は B T S の基準雑音係数に近づく。

【0071】

3. リピータの熱雑音プッシュ

次に、B T S におけるリピータ熱雑音プッシュの式は、B T S の基準雑音係数 F_B 、リピータの基準雑音係数 F_R 、および B T S - リピータリンク利得 G_T の項で形成できる。さらに詳細には、式 9 および 13 から、以下の式が成立する。

【数 17】

40

$$EF_R = P_{thermal} \frac{F_B}{G_T} = F_R + \frac{F_B}{G_T}, \text{ and}$$

$$P_{thermal} = \frac{F_R}{F_B} G_T + 1. \quad (17)$$

【0072】

式 17 はリピータ熱雑音プッシュ式を表わし、B T S におけるリピータ熱雑音プッシュ

50

は B T S - リピータリンク利得に対して直線になる。さらに、P t h e r m a l 対 G_T の勾配は、リピータ基準雑音係数対 B T S 基準雑音係数の比である。ただし、式 4 および 12 を検討すると、リピータ熱雑音プッシュの別の側面が見出せる。

【数 18】

$$P_{thermal} = \frac{k(T_o + T_{eb})G_T G_B + k(T_o + T_{eb})G_B}{k(T_o + T_{eb})G_B} = \frac{N_o^{@BTS repeater} + N_o^{nom}}{N_o^{nom}} = \frac{N_o^{@BTS repeater}}{N_o^{nom}} + 1 \quad (18)$$

【0073】

この式を用いて、以下の述べるように、電力制御式リピータを作動するための有効な方法またはアルゴリズムを生成するのに役立てる。

【0074】

VI. リピータの電力制御の概要

先の説明で、B T S カバレッジエリア内にリピータを追加することで発生する B T S における熱雑音レベルが大きくなることを述べた。前述のように、この現象は、B T S における熱雑音の全体的量の変動を引き起こし、B T S およびリピータカバレッジエリアの両方のカバレッジおよびサービスに悪影響を与える。カバレッジエリア内にリピータを有する B T S に対しては、リピータ実効雑音係数および B T S 実効雑音指数は B T S - リピータリンク利得により関連付けられることが判明した。リピータ実効雑音係数から、リピータ熱雑音プッシュは B T S - リピータリンク利得に対して直線となり、勾配はリピータ基準雑音係数を B T S 基準雑音係数で割った値で与えられることが分かる。

【0075】

前述のように、この現象は、B T S における熱雑音の全体的量の変動を引き起こし、B T S およびリピータカバレッジエリアの両方のカバレッジおよびサービスに悪影響を与える。したがって、変化を検出および制限する能力を有し、リピータ利得を所定のレベルに復元することが望ましい。すなわち、リピータの利得を相対的に一定に維持することが望ましい。

【0076】

これは、リピータ内部、すなわちリピータの動作構造内に無線通信装置、あるいは等価回路または機能を組込むことにより、および組込み W C D の逆方向リンク信号出力をリピータの逆方向リンクに送出することにより、経済的に、複雑性を増すことなく達成できることを見出した。共通逆方向リンクでは、W C D 逆方向リンク電力制御を利用して、リピータ利得を校正できる。これにより、組込み W C D の逆方向リンク電力制御を利用して、リピータ逆方向リンク動作点の自動設定を可能にし、電力制御式リピータを実現することにより、逆方向リンク電力制御と組み合わせ、B T S におけるほぼ一定または変化の小さいリピータ熱雑音プッシュを維持し、リピータ性能を向上させることができる。

【0077】

組込み W C D を用いて、周期的に呼出したまたはリピータと基地局の間の通信セッションを確立し、W C D の逆方向リンク電力制御を利用して、リピータ利得を校正または再校正する。これによりリピータ性能を全体に改良し、リピータ設定の間に、リピータが自動的にダイヤルインして、リピータの使用期間（有効寿命）を通して所望の動作点を確立し、維持できる。この結果、リピータは電力制御式リピータとなる。これにより、リピータの逆方向リンクに有害な影響を与えるリピータ - B T S 経路損失、環境条件、増幅器経時変化、およびユーザ負荷の変化を効果的に補償する。

【0078】

電力制御式リピータはまた、逆リンク方向動作点を安定化し、基本的に、リピータのカバレッジエリア内の遠隔局が過大または過小電力を有する B T S を「ヒット (h i t t i n g)」しないようにする。

【0079】

10

20

30

40

50

V I 1. 電力制御式リピータ

図 4 には、典型的な電力制御式リピータの一実施形態のブロック図を示す。図はリピータの順方向リンクおよび逆方向リンクの実施において用いる基本構成要素について記載している。図 4 では、リピータ 400 はドナーアンテナ 402 およびカバレージアンテナ 414 を有する。リピータ 400 は 2 つのデュプレクサ 404 および 412、2 つの増幅器 406 および 410、カブラ 408、および固定減衰器 416 を有する順方向リンクを含む。ただし、固定減衰器 416 は実施形態のすべてを実現するのには必要とされない。

【0080】

リピータ 400 はまた、2 つのデュプレクサ 404 および 412、結合器 418、増幅器 420、調整または可変増幅器 422、および固定減衰器 424 を使用する逆方向リンクを含む。可変増幅器 422 は、可変減衰器を利用して実現することもできる。無線装置または回路 430 は、逆方向リンクの一部として示す、プロセッサまたはコントローラ 432 に接続された少なくとも 1 つの出力を有する 2 つのリンク（順方向および逆方向）の間に接続されている。

【0081】

前述のように、2 つのデュプレクサ 404 および 412 を用いて、順方向リンクおよび逆方向リンク信号を分割または分離する。結合器 418 を用いて、リピータに組込まれた無線装置 430 の出力、送信信号をリピータの逆方向リンク経路に加える。これにより、無線装置は少なくとも 1 つ、一般には唯一の基地局と通信できる。携帯電話通信周波数に有用な典型的なデュプレクサは、セルウェーブ社（Celwave）により部品番号 5043-8-3 として製造されている。

【0082】

結合器は、主として逆方向リンクの増幅器チェーンの入力に置かれているが、すべての実施形態に必須のものではない。逆方向リンク信号レベルはこの位置で最低あるため、リピータ無線装置ループを通してリピータ順方向リンクに接続される逆方向リンク電力の量は最小となる。実施形態を実現するのに有用な典型的な結合器は、ミニサーキット社（Minicircuits）により部品番号 ZFSC-2-2 として製造されている。

【0083】

カブラまたは電力カブラ 408 を用いて、順方向リンク電力の一部を、リピータ 400 の構造内に組込まれた無線装置 430 の入力に結合する。これに関しては以下に詳しく述べる。無線装置に結合する信号電力について選択される一般値は、20 dB であり、この値は通常十分に小さく、順方向リンク性能を低下させないと考えられる。ただし、リピータ構成部品の残りの部品の設計に依存して、必要に応じて、当業者は異なる結合率を容易に利用できる。典型的なカブラは、ナルダ社（Narda）により部品番号 4242-20 として製造されている。

【0084】

携帯電話 430 に提供されるリピータ順方向リンク信号に対して、アンテナ 402、デュプレクサ 404、増幅器 406 および固定減衰器 416 が用いられる。

【0085】

この実施形態では、固定減衰器 416 を用いて順方向リンク利得を設定する。順方向リンク利得は、異なるリピーター B T S 経路損失および異なる B T S 送信電力レベルに対して設定される。この調整は、単に異なる同軸減衰機器を手動で挿入するか、または当技術分野で公知の他の多くの自動化方法を用いて達成できる。携帯電話 430 は選択された無線通信方式に対する電力制御アルゴリズムを実行する必要がある。一般的な C D M A 携帯電話では、順方向リンク電力は逆方向リンク送信レベルに対する開ループ予測値を決定することにより、その設計が携帯電話に供給される順方向リンク信号の電力レベルを有するこの基準および減衰器 426 の値を満足する必要がある。

【0086】

増幅器 420、固定減衰器 426、および可変増幅器 422 で構成される逆方向リンク利得チェーンの利得を用いて、リピータの逆方向リンク利得を設定する。この方法の一部

10

20

30

40

50

として、いくつかのパラメータが重要である。リピータ雑音指数は、リピータ熱雑音が基地局熱雑音下限値の上に有するブッシュを最小化するように設定される。これは主として、固定減衰器 4 2 6 および可変増幅器 4 2 2 を出力に置くことにより達成される。増幅器の利得は十分高く設定して、減衰器がリピータ雑音指数の上に有する影響を最小化する。

【0087】

固定減衰器 4 2 6 を用いて、リピータカバレッジ内の遠隔局が基地局への信号を「ヒット」または送信する電力レベルを設定する。この減衰器の設定については以下に詳細に述べる。可変利得 4 2 2 を用いて、リピータが現場で作動中の、リピータの逆方向リンク利得を所望の（「正しい」と呼ばれる）動作点に調整する。この設定は、リピータ WCD または電話ループと呼ばれる手段で制御される。これは以下に詳しく述べる。

【0088】

リピータ電話ループはリピータ電話または WCD、マイクロコントローラ、および逆方向リンク（4 2 2）上の可変利得素子、および場合により固定減衰器（4 2 6）から構成される。CDMA 方式通信システムでリピータ 4 0 0 を利用する場合、この実施形態について選択されるリピータ電話は、使用する通信プロトコルに応じて、IS-95 CDMA、CDMA 2000 1X、CDMA 2000 1X/EV、または WCDMA 方式無線装置である。典型的な WCD 4 3 0 は以下に詳しく述べる。ただし、理解されるように、他の種類の装置は、前述のような別の信号プロトコルと共に使用される。

【0089】

WCD または電話 4 3 0 を用いて、BTS と通信し、呼出しを受信し、BTS 電力制御コマンドを解釈し、データを送信する。基本的に、WCD または電話 4 3 0 は通信システムまたネットワーク内の他のあらゆる CDMA 電話と同様に作用する。リピータ電話の、一般的 CDMA 遠隔局と比較した大きな違いは、リピータ電話送信増幅器としてリピータ逆方向リンク増幅器チェーンを利用することである。リピータ電話の電力制御機能はこの増幅器チェーンにより実行され、内部 WCD または電話送信増幅器によらない。これにより、リピータ電話にリピータの逆方向リンク利得を電力制御する能力を与える。

【0090】

一実施形態では、これは、リピータ WCD または電話内で生成される内部自動利得制御（AGC）信号をインタセプトするかまたは取り出すことにより達成する。基本的に、WCD 内の AGC ラインは送信増幅器入力で遮断され、マイクロコントローラを通過後、可変利得増幅器 4 2 2（G 4）に接続される。これは、この機能に対して WCD を再構成するか、または回路接続の簡単な変更により装置を改装して、AGC 信号ラインをリピータの回路への別の接続のためのコネクタに結合することにより、容易に達成される。当業者には、このような変更を達成する方法は容易に理解されるであろう。このとき、AGC 信号はその出力電力を調整しないため、内部のリピータ WCD 送信増幅器はリピータ逆方向リンク増幅器チェーンへの「固定利得」前置増幅器として使用される。1 つの CDMA 実施形態では、リピータ WCD 送信増幅器の利得を設定して、WCD 送信出力ポート（通常アンテナ出力）において約 -50 dB で送信する。この送信電力レベルは一般に、リピータ WCD の最低送信電力レベルであり、リピータ安定性のために選択される。

【0091】

リピータが BTS のセルカバレッジの縁端部またはその近くに置かれる場合、選択される少なくとも 1 つの増幅器 4 2 2 の増幅器出力が相対的に高いことが望ましい。一実施形態では、増幅器を通常最大値と予測されるピーク値より約 10 dB 低い値に設定することにより、リピータを BTS カバレッジの縁端部に設置できるようにし、さらに 10 dB の幅を有して、温度ドリフトおよびリピータ増幅器の経時変化などを補償するようにする。増幅器利得のこの 10 dB の最少減衰は控えめ見積り値であって、この値は良好なリピータ機能を十分に保証しなければならない。

【0092】

マイクロコントローラ 4 3 2 を用いて、このコントローラを備えないときは WCD ユーザまたは自動化システムにより提供される、いくつかの WCD 動作または操作を実行する

10

20

30

40

50

。例えば、マイクロコントローラ 432 は WCD または 電話 430 と通信して、入力の「呼出し」があるときは、通信リンクを開くよう返答または試みて、呼出しを通して WCD 430 から増幅器 422 の電力制御コマンド送り、増幅器出力レベルを電力制御が安定したレベルに保持し、その後、リンクが必要でないかまたは適正でないときに、「電話をハングアップ (hang-up)」またはサービスを終了または呼出しを取り外す。

【0093】

マイクロコントローラ 432 は主として、例えば、本明細書で述べる機能を実行するようにプログラムされたソフトウェア制御のプロセッサまたはコントローラ、様々なプログラマブル電子装置、またはコンピュータ、マイクロプロセッサ、1つまたは複数のデジタル信号プロセッサ (DSP)、専用の機能回路モジュールを利用するハードウェア、および特定用途向け集積回路 (ASIC) またはプログラマブルゲートアレイ (PGA) などのハードウェア構成部品で実現できる。本明細書の述べる機能を実行するハードウェア状態マシンの実現は、当業者には明らかである。WCD が十分な処理能力を有する場合、WCD 内で以下に述べるようなマイクロコントローラ 432 を実現して、ハードウェアを削減できる。マイクロコントローラ 432 は、機能を説明するために 400 で示し、WCD 430 の外部または内部に置くことができる。

【0094】

実施形態がソフトウェアを利用して実現される場合、ソフトウェアはコンピュータプログラム製品に格納し、取り外し可能記憶ドライブ、メモリチップまたは通信インタフェースを利用してシステム内にロードされる。実行するとき、制御ロジック (ソフト) により、コントローラは本明細書に述べる特定機能を実行する。

【0095】

マイクロコントローラは WCD 430 から逆方向リンク利得制御コマンドを受け取り、このコマンドを約 800 dB/sec 以下に減速して、増幅器 422 に出力する。電力制御コマンドの減速は、リピータカバレッジエリア内の遠隔局の電力制御を、WCD 430 の電力制御に整合させるために行なう。

【0096】

リピータカバレッジエリア内の遠隔局がリピータ逆方向リンクを通過するため、リピータ逆方向リンク内のどのような変化によっても、BTS が電力制御コマンドをこれら遠隔局に送信して、補償する。WCD 430 が電力制御を用いてリピータ逆方向リンク利得を変化させる処理中にある場合、リピータカバレッジ内の遠隔局の送信電力は安定しない、このとき、これら遠隔局は BTS に別の妨害を与える。この妨害により、別の電力制御コマンドが WCD 430 を含む全遠隔局に発行され、不安定な結果を生じる。

【0097】

この起こる可能性のある不安定性は、WCD 430 の制御を、リピータカバレッジ内の遠隔局の電力制御に比べて大幅に低いレートでリピータ 400 の逆方向リンク利得を制御するようにして、安定化される。基本的に、リピータ逆方向リンク利得制御間に十分な時間を認めて、遠隔局がそれら固有の電力制御値に安定するようにする。

【0098】

一実施形態では、リピータ逆方向リンク利得の電力制御レートは約 80 dB/sec に設定する。このレートは、リピータカバレッジ内の一般的な CDMA 方式の遠隔局でなされる電力制御レートに比べて約 10 分の 1 の速さである。これは控えめの予測値であって、この値は電力制御安定性を維持するのに十分でなければならない。GSM または TDMA 方式などの他の方式の通信信号標準に対しては、電力制御レートは一般にさらに遅くなり、したがって、これらシステムの電力制御レートは適正な値またはレートで設計される必要がある。

【0099】

一般に、呼出しは別の電話、モデムまたは WCD (BTS 内のような) から WCD 430 になされ、この呼出しは最短時間の期間維持される必要がある。この時間ウィンドウは十分長く、呼出しを終了する前に、マイクロコントローラ 432 が増幅器 422 の利得を

10

20

30

40

50

調整し、逆方向リンク利得をその正しい動作点に安定させることができればならない。これは、B T S が最短約 30 秒間この呼出しを維持し、リピータのマクロコントロールが増幅の調整を約 2 秒ウィンドウ以内に実行すると仮定している。これらは控えめの予測値であって、この値は一般的なリピータ設計で良好な機能を保証しなければならず、また場合により変更可能でなければならない。

【0100】

市販のリピータでは、必要に応じて、マイクロコントローラはリピータアラームモニタまたは他の機能用に利用できる。

【0101】

前述のように、固定減衰器 426 を用いて、リピータカバレッジ内の遠隔局の電力レベルが B T S をヒットする程度を設定する。リピータカバレッジ内の遠隔局が最初に、それらが必要な E_b / N_t より低いレベルで B T S をヒットするのが望ましい。これにより、リピータカバレッジ内の遠隔局が過大な電力で B T S をヒットして、追加の妨害を発生しないことを保証する。一実施形態では、減衰器 426 の選択される値は、リピータカバレッジ内の遠隔局の送信電力レベルが E_b / N_t より約 5 dB 低いレベルで B T S をヒットする値とする。この値は、閉ループ調整係数として選択される。閉ループ電力制御が作用して、安定した後、リピータカバレッジ内の遠隔局はそれに必要な E_b / N_t のレベルに達する。リピータカバレッジ内の遠隔局の必要な E_b / N_t は約 6 dB であり、この E_b / N_t は、B T S が一般に必要とされるフレーム誤り率の約 1 % に相当すると仮定されるが、必要に応じて、別のレートを用意できる。これらの値は開始点として選択され、実験データを収集後に変更できる。この理由は、必要な E_b / N_t はネットワークまたは通信システムの条件に応じて変更できるからである。

【0102】

遠隔局がリピータカバレッジ内にある状態に対して望ましいのと同様に、W C D 430 が最初に、それが必要な E_b / N_t より低いレベルで B T S をヒットして、W C D が B T S に追加の妨害を発生しないことを保証するのが望ましい。したがって、可変利得増幅器の設定は、リピータ電話の送信電力レベルがその必要な E_b / N_t より 10 dB レベル、または 10 dB の閉ループ調整係数で B T S をヒットするように設定される。この 10 dB の値を選択して、前述のように、10 dB の最少必要減衰またはマージンに適合させる。増幅器の最少マージンが小さい場合、実験データの収集および／またはシステム試験後、またはそれに伴って発生するとき、閉ループ補正係数は同一量だけ減少できる。

【0103】

図 4 には可変利得増幅器 422 を示しているが、当業者には、別の方法を利用して有効に出力電力を制御できることは理解されるところである。例えば、前述のように、増幅器 422 の代わりに入力と直列に置かれた可変減衰器を有する固定利得増幅器を用いて、入力信号電力レベルを調整することにより信号利得量を調整できる。図 5 はこれを示しており、図では、リピータ 500 はリピータ 400 と同一素子の多くを使用し、W C D の別の信号処理および信号結合に適応する変更を行なっている。

【0104】

図 5 では、可変利得増幅器 422 の代わりに、ステップ減衰器 522 が固定減衰器 524 とともに使用されている。マイクロコントローラ 432 からの制御信号またはコマンドは、ステップ減衰器 522 の入力値を変化させて、入力信号電力レベルを調整することにより信号利得量を調整する。ヴァインシュル社 (Weinschel) から入手できるモデル番号 3206-1 などのステップ減衰器を、この機能用に利用できる。

【0105】

さらに、図 5 のリピータを W C D と対話するように構成し、アンテナを通して信号を駆動または転送する回路を含む独立電話として作動する。ここでは、完全なまたは実際の電話を、受け台または同様の機構を用いて電話を所定の位置に固定することにより、リピータ内で使用し、リピータ内の外部回路との相互接続を実現する。この状態では、必須ではないが、別個のマイクロコントローラ 432 を使用してもよい。信号を電話との間で結合

10

20

30

40

50

する別の手段を用いることも可能である。

【0106】

この別の構成では、サーキュレータ (circulator) 514 を用いて信号を電話との間で結合して、信号をリピータ電話 530 のアンテナまたはアンテナコネクタ、あるいは同様の入力／出力との間で転送できる。ユーテ・マイクロウェーブ社 (Ute Microwave) から入手できるモデル番号 CT-1058-0 などのサーキュレータを、この機能用に利用できる。サーキュレータ 514 を用いて、リピータ電話受信および送信を分割し、およびこれら 2 つの信号間の分離を実現する。この設計のために選択されるサーキュレータは一般に、リピータの安定性を保証するのに十分な約 20 dB の分離を有する。

【0107】

図 5 には 2 つの減衰器 516 および 526 も示されている。先に説明した減衰器 416 および 426 それぞれと同様の方法で、減衰器 516 を用いてサーキュレータ 514 に転送される電力量を調整でき、一方、減衰器 526 を用いて結合器 418 に転送される電力量を調整できる。

【0108】

VII. 典型的な無線通信装置

図 6 および 7 には、WCD 430 を実現するのに有用な 2 つの典型的な無線通信装置を示す。

【0109】

図 6 では、リピータ電話 630 はアナログまたはデジタル信号受信機 604 から入力信号を受け取るモデム 602 を有し、この受信機 604 は前述の固定減衰器 416 から信号を受け取るように接続されている。典型的なモデムは、クアルコム社 (Qualcomm Incorporated) で製造される、CDMA 電話用の、モデム番号 MSM3100、MSM5xxx (5050、5100、5200、5500 等) または 6xxx (6050、6100、6200、6500 等) などの公知のいくつかの移動局モデム (MSM) の 1 つである。リピータ電話 630 はまた AGC 出力を有し、この出力は一般に RC フィルタ 606 を通して送信電力増幅器 608 に導かれる。AGC 信号は AGC 制御ライン 610 を通して転送される。制御ライン 610 は、図 6 で切断部 612 として示されており、これはリピータ 400 に組込むために有用な電話を形成するのに実施されている変更の記号である。AGC ラインは方向を変えて導かれ、前述のように、マイクロコントローラ 432 に転送される AGC 出力 616 を形成する。一般に、転送回路または増幅器を望ましい最低レベルの出力に設定するために、AGC 信号に用いる入力はグラウンドレベル点 614 に接続できる。

【0110】

なお、マイクロコントローラ 432 はリピータ電話 630 から分離するか、または、リピータ電話の処理能力が十分な容量を有する場合、リピータ電話 630 の一部として内蔵できる。例えば、典型的な CDMA 無線装置は、高性能な組込みプロセッサおよび一定量の付随メモリまたはプログラム記憶を備える 1 つまたは複数の集積回路を使用する。例えば、実施形態のいくつかは、組込まれた ARM 型プロセッサ等を含むことができる。このような素子を用いて、マイクロコントローラ 432 に関連する機能を実行し、可変利得増幅器または信号減衰器の動作を制御するための接続または信号出力を提供する。このような理由により、破線 632 を用いて、マイクロコントローラ 432 の機能または動作が使用される通信装置内に組込まれていることを示している。

【0111】

図 6 はまた、呼出し通知を提供するモデム 602 に関連するかまたは組込まれた回路を接続する出力／入力ライン 618 を示す。この呼出し通知は、電話が「鳴っている」ことを示し（呼出しベル一般にはこの用途では有用でないが）、また、電話の接続を「ピックアップ (pick-up)」または「ハンガアップ」するために信号をモデムに提供する。これを選択するための電話ユーザが押す一連のボタンがないため、この入力はマイクロ

10

20

30

40

50

コントローラから提供される。

【0112】

さらに、モデム602は、ここで述べるコマンドおよび動作に適応するためのコントローラおよび内部メモリを備えることができるが、リピータ電話630内に1つまたは複数の別個または追加メモリまたは記憶素子620を含むことにより、必要に応じてコマンド、データ、命令等を格納する場所を備えることができる。メモリはすべてのプロセッサ読出し可能な媒体を指し、例えば（ただし、これに限定されない）RAM、ROM、EPROM、PROM、EEPROM、ディスク、フロッピーディスク、CD-ROM、DVD等の、プロセッサにより実行される一連の命令を格納する媒体を含む。

【0113】

図7には、典型的なスペクトル拡散無線ユーザ端末700を示しており、この端末はアナログ受信機704を用いて、受信、ダウンコンバート、増幅、および受信した信号をデジタル化する。アナログ受信機704によるデジタル通信信号出力は、少なくとも1つのデジタルデータ受信機706Aおよび少なくとも1つの探索受信機708に転送される。当業者には明らかなように、追加のデジタルデータ受信機706B～706Nを用いて、許容できるユニットレベルの複雑性に応じて、所望のレベルの多様な信号を得ることができる。

【0114】

少なくとも1つの制御プロセッサ720が探索受信機718と共にデジタルデータ受信機216A～216Nに結合され、これにより、多くの機能の中でも特に、基本信号処理、タイミング、電力およびハンドオフ制御または整合を可能にする。制御プロセッサで実行されることの多い別の基本制御機能は、CDMA通信信号波形の処理に用いられるPNコードシーケンスまたは直交周波数の選択または操作である。制御プロセッサ720の信号処理は関連信号強度の決定および様々な関連信号パラメータの計算を含み、これらには、受信信号強度インジケータ(RSSI)714などの追加または別個の回路の使用を含む。

【0115】

デジタルデータ受信機706A～706Nの出力は、加入者ユニット内のデジタルベースバンド回路712結合される。ユーザのデジタルベースバンド回路712は通常、処理および表示素子を用いてユーザ端末との間で情報を転送する。前記素子には、例えば一時的または長期間デジタルメモリのような信号またはデータ記憶素子、および、表示スクリーン、スピーカ、キーパッド端末、およびハンドセットが挙げられる。この用途においては、現地サービスを除いて、これら素子は必ずしも必要ではない。A/D素子、ボコーダ(vocoder)および他の音声、および当技術分野で公知の素子を用いる、端末ベースバンド回路部分からのすべてのアナログ信号処理素子も含まれる。多様な信号処理を利用する場合、ユーザデジタルベースバンド回路712は多様な結合器および復号器を備えることができる。これら素子の一部は、制御プロセッサ710の制御の下で、またはこれと通信して、作動することもある。

【0116】

さらに、ベースバンド回路712は一般に、ここで述べるコマンドおよび動作に適応するメモリを含むが、1つまたは複数の別個または追加メモリまたは格納素子722（前述の説明のような）を、リピータ電話700内に含むことにより、必要に応じてコマンド、データ、命令等を格納する場所を提供することができる。

【0117】

音声または他のデータが、加入者ユニットで発生する出力メッセージまたは通信信号として生成される場合、ユーザのデジタルベースバンド回路712は、送信する所望のデータを受信、格納、処理、および生成するのに用いられる。この用途では、このようなデータは最少であり、単に、通信リンクを確立するかまたは検出された信号強度を表わすために使用される。ベースバンド回路712はこのデータを、制御プロセッサ710の制御の下で作動する送信モジュール716に提供する。この制御プロセッサ710は、最終送

10

20

30

40

50

信のためのアナログ送信電力増幅器 730 に出力電力制御信号を提供するデジタル送信電力コントローラ 718 に接続される出力を有する。受信された通信信号あるいは 1 つまたは複数の共有資源信号の測定された信号強度に関する情報は、当分野で公知の様々な方法を用いて、例えば情報をベースバンド回路 712 で生成された別のメッセージに添付して、基地局に送信できる。別の方法では、情報は、制御プロセッサ 710 の制御により、所定の制御ビットとして挿入できる。

【0118】

アナログ受信機 704 は受信された信号の電力またエネルギーを表わす出力を提供できる。あるいは、受信された信号強度表示素子 714 は、アナログ受信機 704 の出力をサンプリングし、当分野で公知の処理を実行することによりこの値を決定できる。通常使用では、この情報を、送信電力増幅器 720 または送信電力コントローラ 718 が直接利用して、送信信号の電力を調整できる。この情報を、制御コントローラ 710 が利用して、これら別の素子に対する AGC 制御信号を生成することもできる。

【0119】

デジタル受信機 706A~N および探索受信機 708 を信号相関素子で構成して、特定信号の復調および追跡をする。探索受信機 708 を用いてパイロット信号の探索を行い、一方、デジタル受信機 706A~N を用いて、検出されるパイロット信号に関連する別の信号（トラフィック）を復調する。このように、これらユニットの出力を監視することにより、パイロット信号または他の共有資源信号のエネルギーを決定できる。したがって、これは、信号強度表示素子 714 または制御プロセッサ 710 のいずれかを用いても達成される。

【0120】

図 4 および 5 で前に示したものと同様に、図 6 および 7 に示した WCD は、複雑な「電話」と異なり、単一の制御モジュールまたはデバイスの一部を形成できる。この場合、前述のように、このデバイスは、一定の電力範囲または振幅およびタイミング内の信号を受け取るように設計でき、それにより減衰器 416 または 426 の一方または両方を使用する必要がなくなる。

【0121】

本発明において、BTS から信号を受信し、これら信号上でまたはこの信号に応答して作動し、適正な電力コマンドまたは信号を生成または使用できる。これら信号には、組込まれる WCD の動作に不可欠の電力アップ/ダウンコマンドを含む。WCD 430 で実行されるこの電力制御機能を除いては、別の信号を処理するための多くの素子、例えばスクリーン表示装置、呼出し音、音楽、ビデオ等はこの機能に必要とされない。さらに、少数の複雑な素子を利用する方法で WCD 430 を設計する場合、WCD で使用されるプロセッサまたはコントローラは、WCD 430 およびマイクロコントローラ 432 の両方に機能を実行するために、十分なまたは過大な能力または処理サイクルを有するようになり、これはコストおよび複雑性を低減させるのに有効である。さらに、別の動作に関連する情報を格納するのに用いられるメモリおよび他の素子を、電力制御機能を処理することから解放することもできる。

【0122】

I X. 電力制御式リピータの動作分析

BTS カバレッジエリア内のリピータを、一定の負荷状態で、妨害電波のない状態で使用すると、遠隔局の逆方向リンク E_b/N_o 式は、完全な電制御の下で、以下になる。

【数 19】

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S}{W} \frac{1}{S + \left(N_{\text{repeater}}^{\text{@BTS}} + N_o^{\text{nom}} \right) R}, \quad (19)$$

【0123】

式中、Sは遠隔局の受信信号電力であり、Mはユーザ数、 ν は音声有効係数、 i は他のセクタからの妨害率である。

【0124】

S_R が粗込みWCDの送信電力と定義される場合、電力制御式リピータに粗込まれたWCDの E_b/N_o は以下になる。

【数20】

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S_R G_T G_B + (N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom})} \frac{1}{R}. \quad (20)$$

10

【0125】

リピータ熱雑音プッシュ $P_{thermal}$ の項内ではこれは、以下になる。

【数21】

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S_R G_T G_B + N_o^{nom} P_{thermal}} \frac{1}{R}. \quad (21)$$

20

【0126】

逆方向リンク利得（図4の G_3 、 G_4 ）の γ の変動により、BTSーリピータリンク利得およびBTSでのリピータ熱雑音寄与の両方は、同様に γ により変動するようになる。逆方向リンクの閉ループ電力制御が、式20と同一 E_b/N_o を得るために、粗込みWCDの送信電力の α の変化を要求する場合、以下の式になる。

【数22】

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{(\alpha S_R)(\gamma G_T) G_B}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} (\alpha S_R)(\gamma G_T) G_B + (\gamma N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom})} \frac{1}{R}. \quad (22)$$

30

【0127】

上の式から、BTSにおけるリピータ熱雑音プッシュの変化は、リピータ逆方向リンク利得の変動に一致するといえる。さらに詳細には、 ρ をBTSにおけるリピータ熱雑音プッシュの変化とすると、以下のようになる。

【数23】

$$N_o^{nom} (P_{thermal} \rho) = \gamma N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom}, \quad (23)$$

40

【数24】

$$P_{thermal} \rho = \frac{\gamma N_{repeater}^{@BTS} + N_o^{nom}}{N_o^{nom}} = \frac{N_{repeater}^{@BTS}}{N_o^{nom}} \gamma + 1 = (P_{thermal} - 1) \gamma + 1, \quad (24)$$

【数 2 5】

$$\rho = \frac{(P_{\text{thermal}} - 1)\gamma + 1}{P_{\text{thermal}}} \quad (25)$$

【0 1 2 8】

上記を置き換えると、以下が得られる：

【数 2 6】

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B (\alpha \gamma)}{\frac{(M-1)\nu(1+i)}{W} S_R G_T G_B (\alpha \gamma) + N_o^{\text{nom}} P_{\text{thermal}}(\rho) R} \cdot 1 \quad (26)$$

10

【0 1 2 9】

式 2 6 から、完全な電力制御状態における前の式と同一 E_b / N_o を得るには、 $\alpha \gamma = \rho$ であることは明らかである。したがって以下のようになる。

【数 2 7】

$$\alpha \gamma = \rho = \frac{(P_{\text{thermal}} - 1)\gamma + 1}{P_{\text{thermal}}}, \text{ and } \gamma = \frac{1}{P_{\text{thermal}}(\alpha - 1) + 1} \quad (27)$$

20

【0 1 3 0】

式 2 7 から、B T S における基準リピータ熱雑音プッシュを仮定すると、組込み W C D の送信電力の変化からリピータ逆方向リンク利得の変化を予測して、相殺でき、したがって、B T S における基準リピータ熱雑音プッシュをほぼ一定に維持できる。B T S における基準リピータ熱雑音プッシュの α と γ の関係、図 1 0 で 1、2、および 3 d B のプッシュ値を用いて、ライン 1 0 0 2、1 0 0 4、および 1 0 0 6 でそれぞれ示される。

【0 1 3 1】

X. 電力制御式リピータの設計

30

リピータが使用する通信システムの公知の形態およびパラメータを利用して、与えられたシステムについて電力制御式リピータを設計する場合、いくつかの特定の問題点がある。これらはリピータの順方向リンク電力増幅器出力、リピータ利得、順方向リンク上の利得の分布、逆方向リンク上の利得の分布、リピータの基準雑音係数、および組込み無線通信装置の利得分布に関係する。

【0 1 3 2】

1. 順方向リンク電力増幅器出力

順方向リンク電力増幅器出力についての設計パラメータは主として、所望の地理的カバレッジまたはサービスエリアの大きさで決定される。この出力は一般に、最大平均電力 W_R で表わされる。ただし、リピータの順方向リンク上の瞬時電力は W_R よりかなり大きい
ため、実施形態では、順方向リンク電力増幅器出力性能を、リピータの最大瞬間電力と同じ程度の出力に選択または設定する。厳密には必要とされないが、これは飽和を避ける必要があり、最大瞬間電力は、C D M A ネットワークの最大平均電力をピーク対平均の比で割った値に関係する。

40

【0 1 3 3】

2. リピータ利得

リピータの利得の計算では、順方向リンク利得 G_F および逆方向リンク利得 G_R はほぼ等しいと仮定する。B T S - リピータリンク利得 G_T は単に、目標の順方向リンク電力増幅器出力 W_R と B T S の電力増幅器出力 W_B (一般に 2 5 W) との比である。

【0 1 3 4】

50

リピータの利得 G_R を算出するために、 G_T をリピータのドナーアンテナの利得 G_d 、ビータのドナーアンテナと基地局アンテナの間の対象経路の損失 L_p 、および基地局アンテナのアンテナ利得 G_a で割る。したがって、 G_R は以下の式で表わされる。

【数 28】

$$G_R = \frac{G_T}{G_d L_p G_a} = \frac{W_R}{W_B} \frac{1}{G_d L_p G_a} \quad (28)$$

【0135】

3. リピータ順方向リンク上の利得の分布

10

図 4 から、電力制御式リピータの順方向リンク利得 (dB) は、次のように分解できる。

【数 29】

$$G_R = G_1 + G_2 + \text{カブラ損失} + 2 \text{ (デュプレクサ損失)} \quad (29)$$

【0136】

増幅器 406 について値 G_1 、組込み WCD に対して順方向リンクカブラ (408)、および組込み WCD について順方向リンク減衰器 (426) を選択すると、組込み WCD が適正量の順方向リンクオーバーヘッドチャネル電力 (パイロット、ベージング、および CDMA システムの同期化などの信号による利用のため) を受信することが重要であり、これを達成するための最低必要条件は一般に、CDMA 方式通信システムでは -85 dBm のオーダーである。他の方式のシステムまたはプロトコルは異なる値を有することができる。

20

【0137】

4. 逆方向リンク上のリピータ利得の分布

順方向リンク利得および逆方向リンク利得が基本的に同一 (または関係を維持するのに十分) であることは、安全な仮定であるため、電力制御しきいリピータの逆方向リンク利得の同様に G_R であり、図 4 から、dB で表わして、以下のように分解できることが分かる。

30

【数 30】

$$G_R = G_3 + G_4 + \text{カブラ損失} + 2 \text{ (デュプレクサ損失)} \quad (30)$$

【0138】

上の式から、WCD 430 は増幅器 422 の値 G_4 を調整して、BTS におけるリピータ熱雑音プッシュをほぼ一定に維持するよう作動する。理論的に、 G_4 を変化させることは、リピータの基準雑音係数 F_R を変化させることになる。ただし、安全な仮定として F_R が一定と仮定でき、また増幅器 420 に十分な利得 (G_3) を割り当てることにより、 F_R を基本的に一定とできる。

40

【0139】

特に、 G_4 の予測される変化 (WCD につき) および増幅器 422 (G_4) の予測される雑音係数から、 F_R の変化が特定の所定の量より小さい変化であるためには、利得 G_3 の値がどの程度の大きさの dB で基準 G_4 値を超えるかにより計算できる。例えば、 G_4 が 10 dB の変化する予測される場合、 G_4 の予測される変化から、 F_R の変化が 1%未満の変化であるためには、 G_3 は基準 G_4 を約 40 dB 超えると結論される。このとき、以下の制約がある。

【数 3 1】

$$G_3 = G_4 + 10 \text{ dB} + 40 \text{ dB} = G_4 + 50 \text{ dB}. \quad (31)$$

【0 1 4 0】

これは G_R の式が、dB で表わして、以下の式になることを意味する。

【数 3 2】

$$G_R = (G_4 + 50 \text{ dB}) + G_4 + \text{カブラ損失} + 2 \text{ (デュプレクサ損失)}, \text{ および} \quad 10$$

$$G_4 = 0.5 (G_R - \text{カブラ損失} - 2 \text{ (デュプレクサ損失)} - 50 \text{ dB}) \quad (32)$$

【0 1 4 1】

したがって、利得 G_4 の値が決定されると、利得 (G_4) の変化の別の値に注意して、利得 G_3 は式 3 1 から得ることができる。または必要に応じて、どの程度の大きさで 1 つの利得が与えられた変化パーセント (F_R) の別の値 (G_3 、 G_4) を超える必要があるかが使用される。

【0 1 4 2】

5. リピータの基準雑音係数

リピータの基準雑音係数 F_R は開ループターンアラウンド定数 k で決まる制約から導くことができる。CDMA 通信システムでは、開ループターンアラウンド定数 k は、公知の理由のため無線通信装置における「配線」であり、その最初の 3 項は以下になる。

【0 1 4 3】

$$k = (p t)_c - 134 + (NF)_c + \dots$$

ここで、

$$(p t)_c = 10 \log_{10} (W_B) = \text{最大 BTS 電力増幅器出力 (dBm)}$$

および

$$(NF)_c = 10 \log_{10} (F_B) = \text{BTS 雑音指数 (dB)} \quad 30$$

リピータカバレッジエリア内の遠隔局に対しては、 $(p t)_c$ は、リピータの順方向リンク電力増幅器出力 $10 \log_{10} (W_R)$ となる。さらに、 $(NF)_c$ はリピータの実効雑音指数を意味する。ただし、 k は遠隔局内の「配線」であるため、 $(NF)_c$ を $(p t)_c$ の変化を相殺するように設定できる。さらに詳細には、リピータカバレッジエリア内の遠隔局に対しては、代わりに、以下の式の $(NF)_{c \text{ repeater}}$ を有する。

【数 3 3】

$$(NF)_{c \text{ repeater}} = 10 \log_{10} (F_s) + [10 \log_{10} (W_s) - 10 \log_{10} (W_R)] = 10 \log_{10} \left(F_s \frac{W_s}{W_R} \right) \text{ (dB)} \quad 40$$

【0 1 4 4】

したがって、「配線」開ループターンアラウンド定数 k 、リピータカバレッジエリア内の遠隔局の検知から有効に維持するために、リピータの実効雑音係数の目標を決定することを考慮する。

【数 3 4】

$$EF_R = F_R \frac{W_R}{W_R}. \quad (33)$$

【0 1 4 5】

これは、以下の式になる。

【数 3 5】

$$EF_R = F_R + \frac{F_R}{G_T}.$$

10

【0 1 4 6】

B T S - リピータ利得 (G_T) はリピータ順方向リンク電力増幅器出力と B T S 電力増幅器出力の比に設定されるため、以下のようになる。

【数 3 6】

$$EF_R = F_R + \frac{F_R}{\frac{W_R}{W_R}} = F_R + F_R \frac{W_R}{W_R}. \quad (34)$$

20

【0 1 4 7】

これらの関係を見ると、式 3 3 の条件に正確に適合できないように見えるが、これらは、以下の場合には、所望の値に近いリピータ実効雑音係数を確立できる。

【数 3 7】

$$F_R \ll F_R \frac{W_R}{W_R}.$$

【0 1 4 8】

6. 組込み W C D の利得の分布

30

組込み W C D については、リピータ内のこの組込み W C D の順方向リンク経路の利得は、リピータ内のその逆方向リンク経路の利得に等しくなければならない。特に、組込み W C D 4 3 0 の逆方向リンク減衰器 (4 2 6)、A T T 2 は以下のように設定される必要がある。

【数 3 8】

$$G 1 + \text{カブラ損失} + A T T 1 = A T T 2 + \text{コンバイナ損失} + G 3 + G 4 \quad (35)$$

【0 1 4 9】

X I. 電力制御式リピータの設置

40

電力制御式リピータの設置は図 8 に示されており、従来のリピータに類似しているが、追加のステップを 1 つだけ含む。この追加ステップは組込み W C D 上に呼出しを出し、基準送信電力を確立して、B T S におけるリピータの基準熱雑音寄与に調和させることである。一方、図 8 に示すように、電力制御式リピータを設置するには、最初にステップ 8 0 0 で、所望のサービスエリア内に物理的に配置し、位置決定する。次にステップ 8 0 2 でリピータの順方向リンク利得を調整して、目標の順方向リンク電力増幅器出力を達成し、ステップ 8 0 4 でリピータまたは B T S の逆方向リンク利得を調整して、順方向リンクと逆方向リンクの平衡を取る。次にステップ 8 0 6 で組込み W C D の基準送信電力を確立する。ステップ 8 0 8 で設置工程が完了するが、ステップ 8 1 0 で B T S に対し周期的に「呼出し」を出して、経路特性等に変化に基づいてリピータ設定を更新する。

50

【0150】

1. 順方向リンク電力増幅器出力を設定する

先に述べたように、目標のリピータ順方向リンク電力増幅器出力 W_R は所望のカバレージエリアの大きさにより決まる。 W_R に一致させるには、増幅器406の利得 G_1 は、適正な順方向リンクのオーバーヘッドチャネル電力を組み込み W_{CD} に提供するように選択されているため、図4の増幅器410の G_2 の値を調整する。

【0151】

2. 順方向リンクと逆方向リンクを平衡させる

設定された電力制御式リピータの順方向リンク利得を用いて、次のステップで、BTSおよびリピータカバレージエリア両方内の順方向リンクと逆方向リンクを平衡させる。リピータの逆方向リンク利得を調整すると、BTSカバレージエリアの順方向リンクおよび逆方向リンクを不平衡状態のままに残すため、BTSの逆方向リンク利得を調整して、この作業を完成させる。

【0152】

ただし、BTSの逆方向リンク利得の調整が一般に可能でない場合、 G_4 の値においてリピータの逆方向リンク利得を最大に維持する必要があることから、図4の増幅器410の利得 G_3 の値を調整してリンクの平衡を得ることができる。

【0153】

順方向リンクおよび逆方向リンクの平衡を取ると、BTSにおけるリピータの基準熱雑音プッシュも同様に設定される。

【0154】

3. 組込まれた加入者ユニットの基準送信電力を確立する

先のセクションから、順方向リンクおよび逆方向リンクの平衡を取った後、BTSにおけるリピータの基準熱雑音プッシュが設定される。所定の基準プッシュを用いて、設置の最終ステップでは、組込み電話または W_{CD} 上に呼出しを出し、基準送信電力を確立して、基準プッシュを整合させる。

【0155】

設置後、周期的呼出しを組み込み W_{CD} に出し、リピータの逆方向リンク利得の変化を検出、予測、および相殺できる。

【0156】

X11. 多重周波数リピータ

前述の実施形態は電力制御式リピータを利用して、リピータまたはそれを通して通信する基地局の低雑音レベルを達成するが、追加の利点は、多重周波数リピータを利用することにより実現できる。すなわち、リピータは2つまたはそれ以上の周波数 f_1 および f_2 で通信可能になる。

【0157】

前述の説明では、基地局とリピータ間で転送される信号について単一中心周波数 f_1 を使用した。この周波数はリピータと遠隔局の間で信号を転送するのに用いられる周波数と同一である。すなわち、順方向および逆方向リンクを別個のチャネルに分割することを除いて、遠隔局の構成は、基地局と通信するのに使用する周波数と同一周波数でリピータと対話または通信するように構成される。

【0158】

これは、リピータを一般的に構成する方法であり、遠隔局が移動してセルまたはセクタに入りおよびそこから出る場合、および適宜基地局と（リピータではない）通信する場合に意味を持つ。遠隔局での動作をほぼ一定に維持して、基地局およびリピータが通信を処理するのに追加の複雑性を必要としないようにすることが望ましい。さらに、通信装置が、それらに追加されるのと同様な過度の変更または複雑性を伴わずに適応できることを確認する必要がある。

【0159】

ただし、リピータが第2周波数 f_2 で遠隔局または基地局のどちらかと通信する場合、

10

20

30

40

50

通信システムは、リピータにより操作される遠隔局として改良された負荷または追加容量を得ることができるか、またはリピータ自体がBTSおよび遠隔局に対し小さい妨害しか与えない。

【0160】

リピータと基地局とのリンクについて、リピータと遠隔局とのリンク(f_1)と異なる周波数(f_2)を使用するリピータ構造を選択することにより、組込みWCDは第2周波数 f_2 で動作でき、一方、WCDについての電力制御コマンドにより、 f_1 および f_2 利得段の両方は電力制御を満足するように、それぞれの利得を変更できる。代替方法では、電力制御調整の構成は、 f_1 または f_2 だけの信号、あるいはこの2つの周波数の特定の組合せを用いて、WCDがすべての利得制御を実現するように構成できる。

【0161】

別の実施形態では、通信システムが複数の周波数を使用して容量および負荷を増加する場合、リピータは広帯域特性にでき、複数の周波数を基地局から遠隔局に通達させ、遠隔局から複数の周波数(チャネル)を受信し、これらを基地局に送り返す。この構成では、リピータ内のWCDの電力制御コマンドはチャネルの1つから得ることができ、このチャネルが全チャネルの利得を同様に変更可能にするか、またはWCDが異なるチャネル上で呼出しに入り、これらチャネル上で電力制御コマンドを処理して、全チャネルの利得を同様に変更可能にするか、またはWCDが異なるチャネル上で呼出しに入り、これらチャネルについてだけ利得変更を可能にする。

【0162】

X I I I . 複数リピータ

本発明が通信システムの通信範囲を有利に拡大できる別の方法は、複数のリピータまたはリピータチェインを使用して、相互に通信することによる。すなわち、1つのリピータは基地局との間で通信するかまたは通信リンクを確立するが、追加のリピータは第1リピータとの通信リンクを確立し、遠隔局も同様である。図9は、相互に通信する複数リピータを使用している、通信システムの構成を示す。

【0163】

図9に示すように、この概念を拡大して、1つのリピータが1つまたは複数のリピータにサービスを提供し、基地局の通信範囲の外側または追加資源を必要とする不規則な形状を有する、広いカバレッジエリアに対応することができる。これは、1つまたは複数のリピータ904、906、および908(これらリピータのそれぞれはサービスエリア914、916、918を有する)と通信するサービスエリア910を有するリピータ902として機能して、複雑な形状のカバレッジまたは大きいカバレッジエリアを実現する。

【0164】

代替方法では、一連のリピータを「1本の直線」または直線状にして使用し、それぞれが隣と通信して、長距離に渡りカバレッジを拡大する。しかしこの方法は相互通信を、1次元(幅)に狭く制限する可能性がある。図9において、これはリピータ906と通信するリピータ902として示され、このリピータ906はそのサービスエリア916を通してリピータ920と通信し、このリピータ920はサービスエリア930内のリピータ922と通信し、このリピータ922はサービスエリア932によりリピータ924と通信し、以下同様になる。この後者の方法を利用して、長くて狭い伝送通路周辺の要求、例えば、少なくとも一定のピーク期間通信トラフィックが集中する傾向にある場合の要求、あるいは遠隔または地方エリアにおける要求に、周辺の利用の少ないエリアをカバーすることを試みることなく、効果的に対応できる。

【0165】

ただし、リピータ926およびサービスエリア934に示されるように、リピータの線を再度拡大するには、必要に応じて、2つまたはそれ以上のリピータを同時にサービスする(その線に沿って1つだけでなく)ことにより、達成できる。代替方法では、リピータの別の線を別の方向に分岐させる。したがって、カバレッジを望まないか、あるいはカバレッジが困難または不可能なエリアが無くなると、サービスエリアは拡大するか、または

10

20

30

40

50

変更される。

【0166】

この方法を利用して、チェーンの最後のリピータがその基地局と通信して、特定の制御またはタイミング情報をそれらの間で転送できるようにすることにより、一定の距離離れた2つの基地局をリンクでき、一方で、リピータはそれらが配置された場所近傍の通信要求にも対応できる。この方法はまた、この方法を前述の多重周波数割当て方式と組み合わせることにより、リピータチェーンまたはエリアに沿って1つまたは複数の点の周波数を変更して、他の妨害への要求またはパターン発生または要望に合わせて、対処することができる。遠隔局に向けられる通信信号は、1つの周波数で生成されるかまたはその周波数で作動されるそれぞれの信号を有することができ、一方、組込みWCDは、使用されるリピータの数に応じて、第2周波数、または第3、第4周波数等で作動する信号を使用できる。

【0167】

いずれの場合でも、これら複数リピータ構成については、本発明の実施形態により、各リピータを、必要に応じて、電力制御式または非制御式にできる。電力制御式リピータは組込みWCDを利用し、信号を1つのリピータから次のリピータに転送して、前述のように、電力を調整する。

【0168】

XIV. 結論

前述の実施形態の説明により、当業者は本発明を製作または利用することが可能になる。本発明を発明の実施形態を参照して示しおよび説明してきたが、当業者には、本発明の精神と範囲から逸脱することなく、形態または細部に各種の変更を加えるのが可能であることは理解されるであろう。

【0169】

本発明は、上に、特定の機能の性能を示す機能構成要素とそれらの関係を用いて説明してきた。これら機能構成要素の境界はここでは、説明の便宜上、任意に定義してきた。特定の機能およびそれらの関係が適正に実行される限り、別の境界を定義することもできる。したがって、あらゆるこのような境界は、本発明の特許請求の範囲および精神内にある。当業者には、これら機能構成要素は個別部品、特定用途向け集積回路、適正なソフトウェアを実行するプロセッサ、およびその他またはそれらの多くの組合せにより実現できることは認識されるであろう。したがって、本発明の広さと範囲は、前述の説明の典型的な実施形態のいずれによっても限定されず、以下の特許請求の範囲およびそれらの均等物によつてのみ限定されるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0170】

【図1】いくつかの基地局およびリピータを利用する典型的な無線通信システムを示す図。

【図2】リピータ設計の単純化された高レベル図を示す図。

【図3】図1のリピータの同等機能のモデルを示す図。

【図4】本発明を用いる高レベルリピータ設計を示す図。

【図5】本発明を用いる別の高レベルリピータ設計を示す図。

【図6】組込み無線通信装置の1つのタイプを示す図。

【図7】組込み無線通信装置の別のタイプを示す図。

【図8】電力制御式リピータを配置し、作動する工程を示す図。

【図9】様々な区域のカバレッジを実現するための、複数の電力制御式リピータの別の用途を示す図。

【図10】異なるブッシュレートに対するアルファ対ベータのグラフ表示を示す図。

【符号の説明】

【0171】

100…無線通信システム、102…制御局、104A～104C…基地局、106A～

10

20

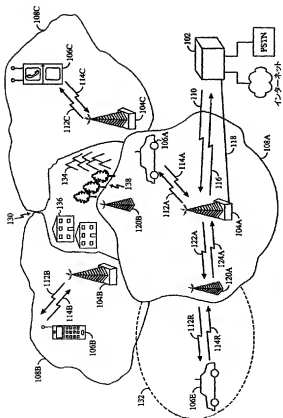
30

40

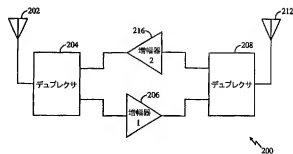
50

106C…無線通信装置（遠隔局）、108A～108C…サービスエリア、200…リピータ、202…ドナーアンテナ、204…デュプレクサ、206…増幅器、208…第2デュプレクサ、212…カバレージアンテナ。

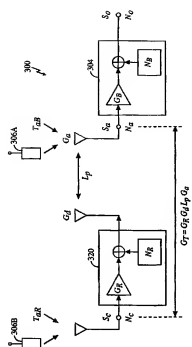
【図1】



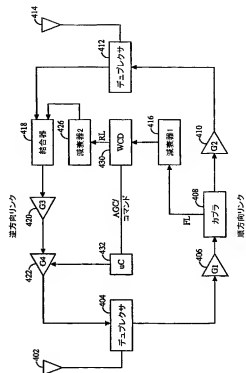
【図2】



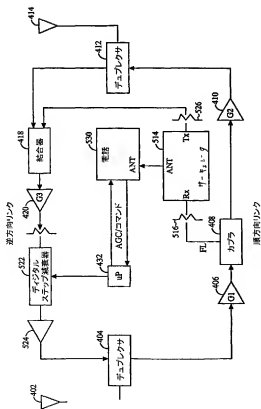
【図 3】



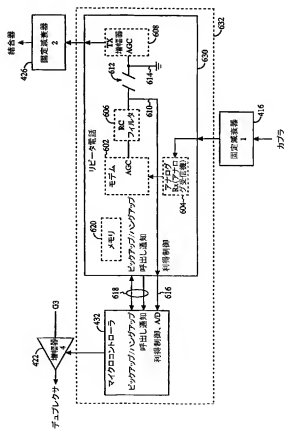
【図 4】



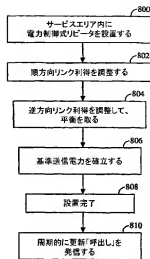
【図 5】



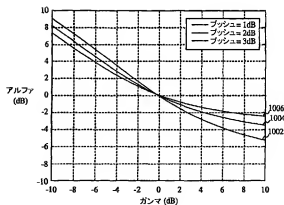
【図 6】



【图 8】



【图 10】




【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.
PCT/US 02/37408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04B7/005		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No.	
A	WO 01/50635 A (AIRNET COMM CORP) 12 July 2001 (2001-07-12) abstract page 1, line 12 - line 18 page 5, line 9 - page 7, line 17 page 15, line 16 - page 16, line 11 page 23, line 20 - page 25, line 4 figures 4,5	1-39,42
A	US 2001/031624 A1 (SCHMUTZ THOMAS R) 18 October 2001 (2001-10-18) abstract page 1, right-hand column, paragraph 8 - paragraph 10 page 4, left-hand column, paragraph 38 - right-hand column, paragraph 41 figure 4	1-39,42
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 September 2004	Date of mailing of the international search report 30.12.2004	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5618 Potlitzlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 349-2240, Tx. 31 651 epo nl Fax (+31-70) 349-2016	Authorized officer Lopez Marquez, T	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter  International Application No.

PCT/US 02/37408

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 108 364 A (WEAVER JR LINDSAY A ET AL) 22 August 2000 (2000-08-22) abstract column 6, line 20 - line 67 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 02/37408**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(e).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-39, 42

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US 02/37408

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-39,42

Method and apparatus for controlling output power and noise of a repeater, which comprises an embedded wireless communication device to which a pre-selected portion of a donor base station communication signal is coupled. The repeater receives power adjustment information from the donor base station for its wireless communication device and adjusts its return link gain based on the power adjustment information.

2. claims: 40,41

Repeater comprising: first duplexer, a coupler, a first fixed attenuator, a second duplexer, a combiner, one or more amplifiers, a second fixed attenuator, a digital step attenuator, a circulator, a third fixed attenuator, a fourth fixed attenuator, a repeater phone and a micro-controller for issuing commands to control the attenuation and power output of the repeater.

:

.

.

.

:

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 02/37408

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0150635	A	12-07-2001	AU 2052401 A WO 0150635 A1 US 2002065094 A1	16-07-2001 12-07-2001 30-05-2002
US 2001031624	A1	18-10-2001	AU 2601101 A WO 0148947 A1	09-07-2001 05-07-2001
US 6108364	A	22-08-2000	AT 237204 T AU 718662 B2 AU 1114697 A BR 9610551 A CA 2229641 A1 CN 1229545 A DE 69627353 D1 DE 69627353 T2 EP 0847634 A2 FI 980278 A HK 1010949 A1 IL 123442 A JP 2000502218 T WO 9708854 A2	15-04-2003 20-04-2000 19-03-1997 21-12-1999 06-03-1997 22-09-1999 15-05-2003 04-03-2004 17-06-1998 27-04-1998 21-11-2003 25-07-2002 22-02-2000 06-03-1997

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

フロッピー

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 デーン、リチャード・エフ

アメリカ合衆国、コロラド州 80540、リヨンス、アップル・バレイ・ロード 556

Fターム(参考) 5K022 EE02 EE14 EE21 EE31

5K067 AA22 CC02 CC04 CC10 DD42 DD45 DD46 EE06 EE10 GG08

5K072 AA29 BB13 CC02 CC33 EE19 GG14